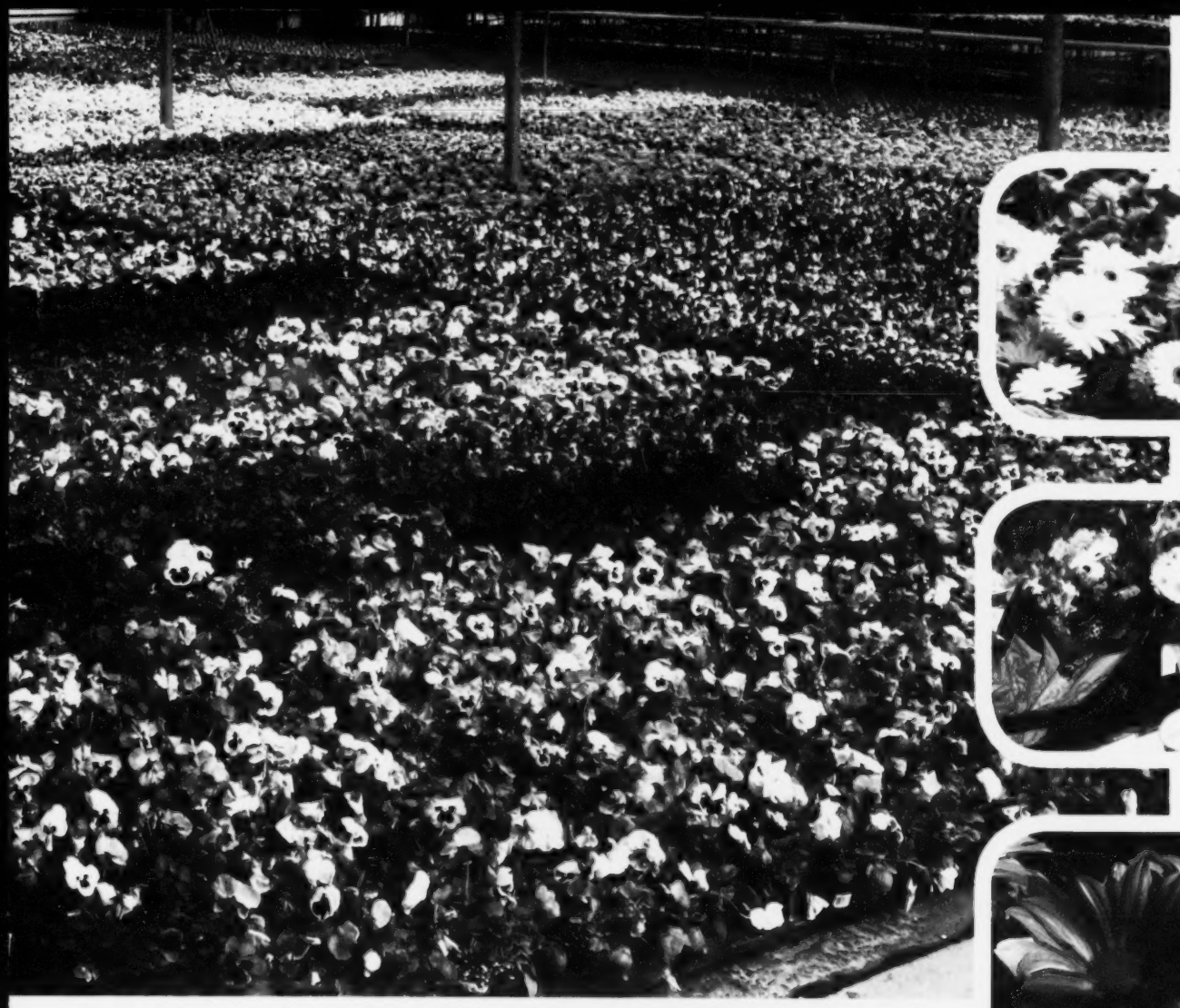
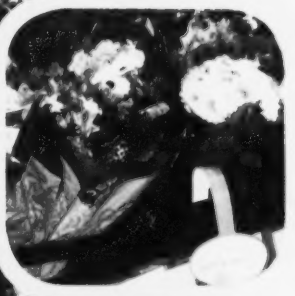




RECOMMANDATIONS POUR LA CULTURE DES FLEURS ET DES PLANTES D'ORNEMENT EN SERRE

Publication 370F

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales

Ontario

Jeter les éditions périmées de la présente publication. Chaque année, le sous-comité concerné du Comité de la recherche et des services en matière de lutte contre les ennemis des cultures de l'Ontario revoit les pesticides énumérés dans cette publication. À la connaissance de ce comité, au moment de l'impression, tous ces pesticides avaient été :

- homologués par le gouvernement fédéral;
- classés par le ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO)

L'information fournie dans cette publication est d'ordre général seulement. En publiant ces recommandations, le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO) n'offre aucune garantie et n'assume aucune responsabilité en cas de pertes de produits végétaux ou animaux, d'inconvénients pour la santé, de préjudices causés au milieu naturel ou aux personnes par suite de l'utilisation d'un pesticide mentionné dans cette publication.

Un certain nombre de marques sont mentionnées dans la publication pour en faciliter la consultation; cela ne veut pas dire que le ministère cautionne ces produits ni que des produits similaires vendus sous d'autres marques sont inefficaces.

Étiquette du pesticide

Se référer aux renseignements figurant sur l'étiquette d'un produit avant de l'utiliser. Il faut se référer à l'étiquette du produit pour savoir comment l'utiliser en toute sécurité, et connaître notamment les dangers qu'il comporte, les restrictions d'utilisation, sa compatibilité avec d'autres substances et ses effets selon les conditions du milieu.

Le mode d'emploi indiqué sur l'emballage a force de loi. Utiliser un produit de toute autre façon constitue un délit.

Homologation fédérale des pesticides

L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada homologue les pesticides à la suite d'une évaluation des données scientifiques visant à vérifier la valeur et le bien-fondé de chaque produit; elle veille aussi à ce que les risques pour la santé humaine et le milieu liés à l'utilisation projetée du produit soient acceptables.

1. **Homologation complète**
   L'homologation est généralement accordée pour une période de cinq ans, renouvelable par la suite.

2. **Homologation conditionnelle**
   L'homologation conditionnelle est accordée pour un période limitée et stipulée, sous réserve que le requérant accepte de fournir des données techniques ou scientifiques durant cette période, ou que le pesticide soit utilisé pour une intervention d'urgence en cas d'infestation ou d'infection majeure.

Limites maximales de résidus

L'ARLA a fixé des limites maximales de résidus (LMR) de pesticides. Comme les transformateurs et les détaillants fixent parfois des normes plus sévères, les producteurs doivent se renseigner auprès de leurs clients sur les restrictions ou limitations qui s'appliquent. On leur conseille de tenir un registre à jour et précis sur l'usage des pesticides dans chacune de leurs cultures.

Étiquette supplémentaire

Chaque utilisateur DOIT obtenir une étiquette supplémentaire et suivre toutes les indications qui s'y trouvent si l'ARLA autorise de nouvelles utilisations d'un pesticide homologué qui ne figurent pas sur l'étiquette initiale.

Une étiquette supplémentaire est nécessaire, par exemple, dans chacun des cas suivants :

- **homologation pour une intervention d'urgence,**
- **homologation du produit pour un nouvel usage limité.**

On peut obtenir un exemplaire de l'étiquette supplémentaire auprès du fabricant ou du fournisseur, du regroupement de producteurs qui a parrainé l'homologation d'urgence ou l'usage restreint, du MAAARO ou du Service de renseignements de l'ARLA.

Pour plus d'information sur la situation d'un pesticide à l'égard de son homologation, consulter le site Web de l'ARLA à *www.pmra-arla.gc.ca* ou composer le 1 800 267-6315.

Réglementation des pesticides en Ontario

C'est le MEO qui est chargé de réglementer la vente des pesticides, leur utilisation, leur transport, leur entreposage et leur élimination en Ontario. La province réglemente les pesticides en donnant l'éducation appropriée, et en fixant les exigences concernant la délivrance des licences et permis, conformément à la *Loi sur les pesticides* et le règlement 63/09.

De plus, il faut utiliser tous les produits pesticides conformément à la *Loi sur les pesticides* et au règlement 63/09. Les textes de la loi et de son règlement d'application sont affichés sur le site Web *www.e-laws.gov.on.ca*; on peut aussi en faire la demande auprès de ServiceOntario, Publications, au numéro sans frais 1 800 668-9938, ou au 416 326-5300.

Classification des pesticides

Le Comité consultatif sur les pesticides de l'Ontario (OPAC) est chargé de revoir les pesticides et de faire ses recommandations au MEO à l'égard de la classification de chaque produit avant qu'il puisse être vendu ou utilisé en Ontario. Après l'approbation par le MEO, les produits sont affichés sur le site Web du MEO à l'adresse *www.ene.gov.on.ca*.

Permis et accréditation

Exigences visant les producteurs et leurs aides

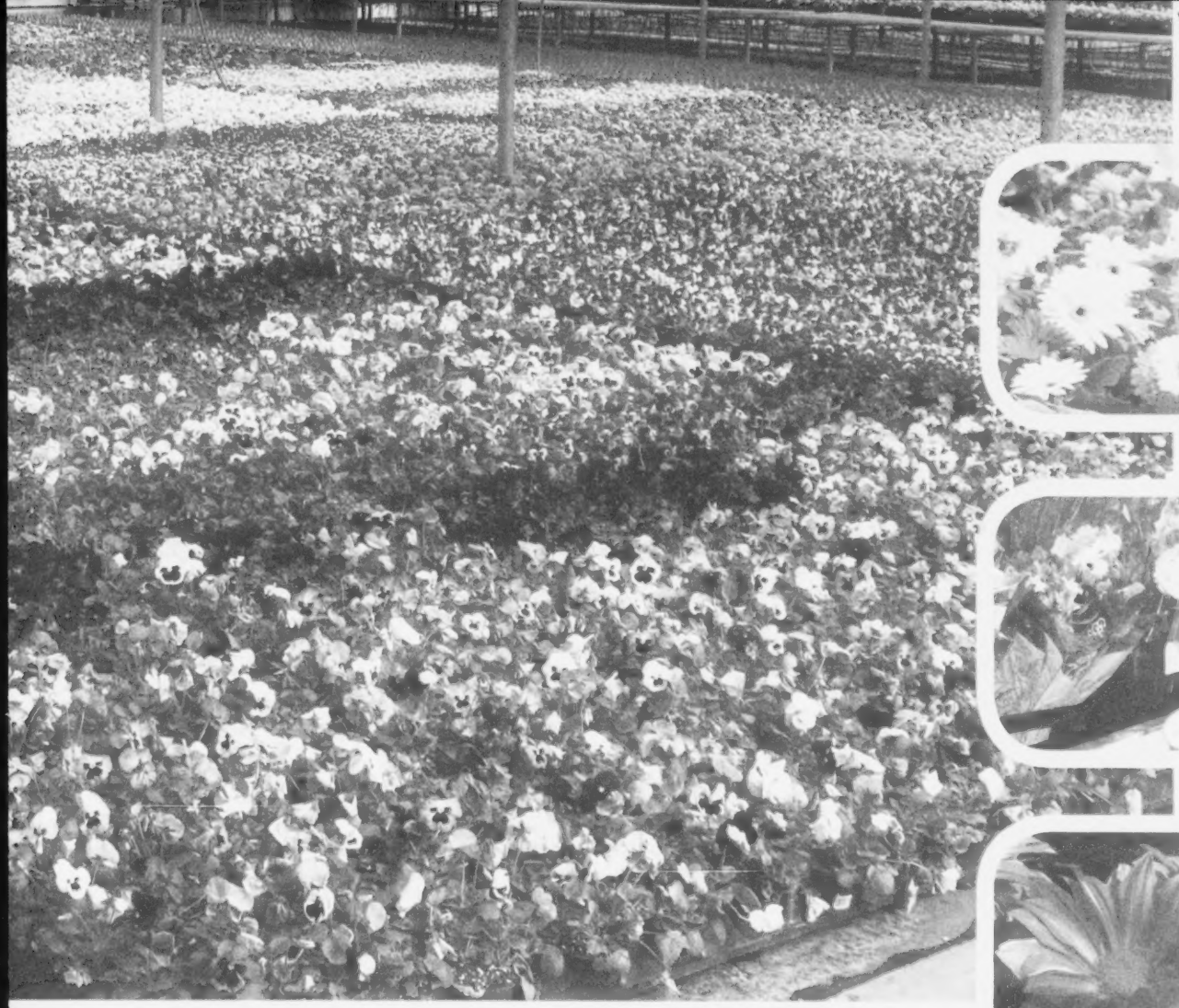
Pour des détails sur la certification des producteurs et la formation de leurs aides, consulter le site Web du Programme ontarien de formation en matière de pesticides à *www.opep.ca* ou composer le 1 800 652-8573.

Exigences visant les entrepreneurs et leurs aides

Pour plus d'information sur la certification des exterminateurs, la délivrance de licences, et la formation des techniciens, consulter le site Web de Formation et accréditation des destructeurs de parasites à *www.ontariopesticide.com/OPTC/default.htm* ou composer le 1 888 620-9999 ou le 519 674-1575.

This publication is also available in English.

b16.
238135



RECOMMANDATIONS POUR LA CULTURE DES FLEURS ET DES PLANTES D'ORNEMENT EN SERRE

Publication 370F

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales

Ontario

Avez-vous besoin d'information technique ou commerciale?

Communiquez avec le Centre d'information du MAARO :
1 877 424-4300 ou ag.info.omafra@ontario.ca

Cherchez-vous sur Internet des recommandations sur la culture des fleurs et des plantes d'ornement en serre?

Visitez le site *www.ontario.ca/cultures*

Un guichet unique pour obtenir des fiches techniques, des articles et des photos sur la culture et la gestion en Ontario des fleurs et des plantes d'ornement en serre.

Remerciements

Les recommandations de la présente publication sont le fruit d'une consultation avec les titulaires d'homologation et le Sous-comité sur la floriculture de serre (un sous-comité du Comité ontarien des services en matière de lutte contre les ennemis des cultures).

Les pages qui suivent présentent des produits pesticides homologués pour utilisation sur des cultures ornementales de serre. Pour savoir comment commander les publications du MAARO, se reporter à la troisième page de couverture du présent guide. Les suppléments à la présente publication seront affichés sur le site Web du MAARO.

Illustration de la page couverture : La petite photo centrale sur la première de couverture a été offerte par Flowers Canada (Ontario) Inc. et Pick Ontario.

Table des matières

1. Utilisation des pesticides en Ontario 1
Homologation fédérale des pesticides 1
Réglementation des pesticides en Ontario 1
Classement des pesticides 1
Permis et accréditation 2
Exigences visant les producteurs et leurs aides 2
Exigences visant les entrepreneurs (exterminateurs) et leurs aides 2
Information sur l'application de pesticides 2
Délai de non-retour dans les zones traitées 2
Délai de non-traitement ou délai d'attente avant la récolte, le pâturage ou l'utilisation comme fourrage 3
Bandes tampons 3
Protection de l'environnement 3
Protection des sources d'eau 3
Prévention de l'empoisonnement des abeilles 4
Prévention de la dérive de pesticides 4
Élimination des pesticides 5
Contenants de pesticides vides 5
Surplus de bouillie 5
Quantités non employées 5
Entreposage des pesticides 5
Déversements de pesticides 6

2. Emploi sécuritaire des pesticides 9
Santé humaine 9
Dangers liés à l'utilisation des pesticides 9
Toxicité 9
Exposition 9
Mesure du taux de cholinestérase dans le sang 10
Lire et respecter l'information portée par l'étiquette 10
Connaître la signification des termes et symboles de danger 10
Délai de non-retour dans les zones traitées 11
Premiers soins 11
Symptômes d'empoisonnement par les pesticides 12
Précautions générales dans l'utilisation de pesticides 12
Se protéger soi-même quand on utilise des pesticides 13
Vêtements et équipement de protection 13
Travail dans des espaces clos 14
Appareil de protection respiratoire à boîtier filtrant 14
Appareil de protection respiratoire autonome 15
Autres vêtements de protection 16
Équipement de protection individuelle 16
Entretien des vêtements et de l'équipement de protection 16
Respirateurs 16
Bottes et gants en caoutchouc, vinyle ou plastique 16
Lavage des vêtements portés pendant la pulvérisation 17
Hygiène corporelle 17
Méthodes d'application 17
Pulvérisateurs 17
Réglage du pulvérisateur 17

3. Eau, substrat et fertilisation 19
Introduction 19
Eau 19
Absorption 19
Quantité 19
Permis de prélèvement d'eau 20
Gestion de l'utilisation de l'eau 20
Qualité 20
Conductivité électrique (CÉ) 21
Pourquoi mesurer la CÉ des substrats ou des solutions 22
Comment mesurer la CÉ d'un substrat 22
Interprétation des lectures de la CÉ 23
Le pH et son rôle 23
Alcalinité 24
Comment mesurer le pH 24
Pourquoi mesurer le pH 24
Correction du pH 25
Substrats artificiels (mélanges sans sol) 27
Pourquoi utiliser des mélanges sans sol 27
Rôles d'un bon substrat 27
Ingrédients courants 27
Caractéristiques physiques d'un mélange sans sol 30
Préparation d'un mélange sans sol 30
Caractéristiques chimiques d'un mélange sans sol 31
Mélanges prêts à l'emploi 31
Composts 32
Problèmes courants posés par les mélanges sans sol 32
Rôle des éléments nutritifs dans la croissance des plantes 32
Absorption et diffusion des éléments nutritifs 33
Macro-éléments 33
Oligo-éléments 34
Analyse des éléments nutritifs 34
Eau 34
Mélanges sans sol 36
Analyse foliaire 36
Symptômes de carence nutritive 39
Interactions entre les éléments nutritifs 39
Comment diagnostiquer un déséquilibre nutritionnel 39
Azote 40
Phosphore 40
Potassium 40
Magnésium 40
Soufre 40
Calcium 41
Bore 41
Cuivre 41
Fer 41
Manganèse 41
Molybdène 42
Zinc 42

4. Lutte intégrée contre les insectes et les acariens 45
Dépistage 45
Lutte culturale 46
Hygiène 46
Gestion des paramètres d'ambiance 47
Cultivars résistants 47
Méthodes de pasteurisation des sols et des substrats 47
Méthodes de lutte contre les mauvaises herbes 49
Vapeur 49
Fumigation du sol 49
Herbicides 49
Lutte physique 50
Moustiquaires et filets anti-insectes 50
Autres mesures de lutte physique 51
Lutte biologique 51
Lutte chimique 53
Résistance 53

5. Principaux insectes et acariens nuisibles 55
Biosécurité 55
Organismes justiciables de quarantaine 55
Thrips 55
Description et cycle biologique 55
Dommages 56
Stratégies de lutte 56
Aleurodes 58
Description et cycle biologique 58
Espèces d'aleurodes 58
Dommages 59
Stratégies de lutte 59
Tétranyque à deux points 61
Description et cycle biologique 61
Dommages 62
Stratégies de lutte 62
Pucerons 63
Description et cycle biologique 63
Dommages 64
Stratégies de lutte 64
Mouches des terreaux et mouches des rivages (mycétophiles et sciarides) 65
Description et cycle biologique 65
Dommages 66
Stratégies de lutte 66
Mineuses 67
Description et cycle biologique 67
Dommages 68
Stratégies de lutte 68

6. Ravageurs occasionnels 71
Acariens 71
Phytopte des tomates 71
Tarsonème du fraisier et tarsonème trapu 71
Cécidomyies (moucherons à galles) 71
Chenilles et papillons 72
Chrysomèle rayée du concombre 73
Cloportes 73
Cochenilles 73
Cochenille des fougères 74
Cochenille des Hespérides 74
Cochenille hémisphérique 74
Cochenille ronde du lierre et kermès rapace 74
Cochenilles farineuses 74
Coléoptères 75
Collemboles 75
Escargots et limaces 75
Fourmis 76
Mineuse de la tomate 76
Nématodes parasites des feuilles 77
Nématode des feuilles du chrysanthème, *Aphelenchoides ritzemabosi* (Shwartz) 77
Nématode des feuilles du fraisier, *Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos) 77
Méthodes de lutte culturale contre les nématodes 77
Nématodes parasites des racines 78
Nématode à stylet, *Paratylenchus projectus* (Jenkins) 78
Nématode cécidogène du Nord, *Meloidogyne hapla* (Chitwood) 78
Nématode cécidogène du Sud, *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) 78
Nématode « dague », *Xiphinema diversicaudatum* (Micoletzky) 78
Nématode des racines, *Pratylenchus penetrans* (Cobb) 79
Punaises ternes 79
Ravageurs vertébrés 79
Sauterelles 80
Symphyles 80

7. Lutte intégrée contre les maladies 81
Concept du « triangle » de la maladie 81
Six grands principes de lutte contre les maladies 82
Exclusion 82
Précautions 82
Résistance 82
Protection ou prévention 82
Éradication 82
Traitements curatifs 82
Stratégies fondamentales de la lutte intégrée contre les maladies 83
Reconnaissance des symptômes 83
Dépistage 83
Réglage des paramètres d'ambiance 83
Modification des pratiques culturales 84
Hygiène et élimination des plantes malades 84
Biosécurité 85
Désinfectants 86
Méthodes de pasteurisation des sols et des substrats 86
Lutte contre les mauvaises herbes 88
Matériel exempt d'organismes pathogènes 88
Lutte contre les vecteurs 88
Résistance des plantes-hôtes 89
Lutte chimique 89
Lutte biologique contre les maladies 89
Conditions de réussite de la lutte contre les maladies 91

8. Principales maladies des plantes de serre 93
Organismes de quarantaine 93
Maladies cryptogamiques (mycoses) 93
Botrytis (moisissure grise) 93
Taches foliaires, taches florales et brûlures d'origine cryptogamique 94
Maladies du blanc 95
Mildious 96
Flétrissures infectieuses 97
Fonte des semis 98
Pourritures du collet et des racines 100
Pythium spp. 101
Rhizoctonia 102
Phytophthora spp. 103
Encre des chênes rouges *(Phytophthora ramorum)* 103
Fusarium spp. 103
Thielaviopsis basicola 104
Sclerotinia 104
Rouilles 105
Maladies bactériennes (bactérioses) 106
Erwinia carotovora 107
Erwinia chrysanthemi 107
Ralstonia solanacearum 107
Xanthomonas campestris pv. 108
Maladies virales (viroses) 108
Virus de la maladie bronzée de la tomate et virus de la tache nécrotique de l'impatiente 109

9. Activité, toxicité et application des pesticides 111
Efficacité des traitements phytosanitaires 111
Eau destinée aux traitements phytosanitaires 111
Compatibilité des pesticides 111
Méthodes d'application des pesticides 111
Pulvérisation 111
Bassinage du sol 112
Brumisation 112
Épandage de granulés 112
Application de fumées insecticides 112
Pulvérisation à ultra-bas volume 112
Pulvérisateurs électrostatiques 112
Traitements des semences 112
Agents mouillants 112
Toxicité et classement des pesticides 113
Activité fongicide 118
Dégâts aux cultures florales (phytotoxicité) 119
Dangers possibles 119
Prévention de l'empoisonnement des abeilles 121

10. Emploi de régulateurs de croissance 123
Facteurs culturaux influençant la croissance des végétaux 123
Stress hydrique 123
Nutrition 123
Température moyenne sur vingt-quatre heures 123
DIF ou température diurne-nocturne 123
Intensité lumineuse 123
Qualité de la lumière 123
Facteurs de stress mécaniques 124
Eau froide 124
Facteurs physiologiques influençant la croissance des végétaux 124
Vigueur de la plante 124
Réaction du cultivar ou de l'espèce 124
Stade de croissance 124
Taille des plants 124
Facteurs environnementaux influençant la croissance des végétaux 125
Facteurs physiques et chimiques influençant la croissance des végétaux 125
Rémanence du produit 125
Absorption et diffusion du produit chimique 125
Dosage et recouvrement 126
Méthode d'application 126
Nombre d'applications 127
Comment estimer la taille définitive du plant 128
Modes de préparation des bouillies et des régulateurs de croissance des plantes 128
Recommandations concernant l'emploi des régulateurs de croissance sur les cultures florales 128

11. Lutte contre les maladies et les ravageurs dans les serres 133

12. Phytoprotection des espèces herbacées d'ornement cultivées à l'extérieur 145
Lutte intégrée (LI) dans les cultures extérieures de plantes d'ornement (fleurs coupées de pleine terre, plantes vivaces et plantes en pot) 145
Lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures florales d'extérieur 148

13. Annexes 153
A. Conseillers en floriculture du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO) 153
B. Ministère de l'Environnement de l'Ontario — Coordonnées des bureaux régionaux 153
C. Laboratoires de l'Ontario effectuant des analyses des tissus végétaux, des solutions nutritives et des substrats utilisés en serriculture 154
D. Autres ressources 155
E. Service de diagnostic 156
F. Groupes de pesticides constitués en fonction du site ou du mode d'action 159
G. Système international (SI) 161

Liste des figures et des tableaux

2. Emploi sécuritaire des pesticides

Tabl. 2–1. Signification des termes et symboles de danger.....10
Tabl. 2–2. Délais de non-retour dans les zones traitées pour les pesticides homologués en serriculture.....11
Tabl. 2–3. Fournisseurs de vêtements et d'équipement de protection en Ontario.....15

3. Eau, substrat et fertilisation

Tabl. 3–1. Classement de la qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique (CÉ) et de certaines concentrations.....21
Tabl. 3–2. Niveaux relatifs de CÉ nécessaires aux cultures de serre en croissance active déterminés à partir de l'eau de percolation et de l'extrait saturé.....23
Tabl. 3–3. Fourchettes de pH optimales pour différentes cultures.25
Tabl. 3–4. Volume d'acide nécessaire pour neutraliser 61 ppm de HCO_3^- (1 mmol/L) par 100 000 L d'eau.....26
Tabl. 3–5. Correction du pH du sol.....27
Tabl. 3–6. Exemple d'un mélange sans sol avec amendements....31
Tabl. 3–7. Macro-éléments et oligo-éléments dans les végétaux.. 33
Tabl. 3–8. Concentrations maximales souhaitables de certains ions dans l'eau non traitée utilisée pour l'irrigation des mélanges sans sol (laine de roche, oasis, mousse de sphaigne ou fibre de coco) dans une serre 35
Tabl. 3–9. Lignes directrices relatives à l'analyse des tissus.....37
Tabl. 3–10. Quelques interactions courantes entre les éléments nutritifs.....39
Fig. 3–1. Clé de diagnostic des troubles nutritionnels chez les plantes de serre.....43

4. Lutte intégrée contre les insectes et les acariens

Tabl. 4–1. Rapports durée-température nécessaires à la destruction des organismes nuisibles.....48
Tabl. 4–2. Fumigants chimiques pour traitement du sol.....49
Tabl. 4–3. Agents de lutte biologique contre les principaux ravageurs des cultures abritées.....53

5. Principaux insectes et acariens nuisibles

Fig. 5–1. Thrips des petits fruits.....56
Fig. 5–2. Aleurode des serres.....58
Fig. 5–3. Aleurode de la patate douce.....59
Fig. 5–4. Tétranyque à deux points.....62
Fig. 5–5. Puceron vert du pêcher.....64
Fig. 5–6. Sciaride.....66
Fig. 5–7. Mouche des rivages.....66
Fig. 5–8. Mineuse.....68

7. Lutte intégrée contre les maladies

Fig. 7–1. Le triangle de la maladie.....81
Tabl. 7–1. Rapport durée-température pour détruire les organismes indésirables.....87
Tabl. 7–2. Fumigants chimiques pour traitement du sol.....88

8. Principales maladies des plantes de serre

Fig. 8–1. Cycle biologique de *Botrytis*.....93
Fig. 8–2. Cycle biologique de la tache foliaire.....95
Fig. 8–3. Cycle biologique du blanc.....96
Fig. 8–4. Cycle biologique du mildiou.....97
Fig. 8–5. Cycle biologique de la fonte des semis et de la pourriture des semences.....99
Fig. 8–6. Cycle biologique de *Pythium*.....101
Fig. 8–7. Cycle biologique de *Rhizoctonia*.....102
Fig. 8–8. Cycle biologique de *Sclerotinia*.....105

9. Activité, toxicité et application des pesticides

Tabl. 9–1. Classement et toxicité des insecticides et des acaricides.....114
Tabl. 9–2. Classement et toxicité des fongicides.....116
Tabl. 9–3. Classement et toxicité des régulateurs de croissance 117
Tabl. 9–4. Classement et toxicité des herbicides.....117
Tabl. 9–5. Activité fongicide contre les maladies des cultures florales.....118
Tabl. 9–6. Toxicité relative des pesticides pour les abeilles.....121

10. Emploi de régulateurs de croissance

Tabl. 10–1. Données repères pour la dilution des régulateurs de croissance.....127
Tabl. 10–2. Volume de bouillie recommandé.....127
Tabl. 10–3. Liste des régulateurs de croissance homologués par culture.....129
Tabl. 10–4. Mode d'emploi des régulateurs de croissance des plantes.....129

11. Lutte contre les maladies et les ravageurs dans les serres

Tabl. 11–1. Pesticides recommandés — par nom commercial.....133
Tabl. 11–2. Pesticides recommandés — par ennemi combattu.... 136

12. Phytoprotection des espèces herbacées d'ornement cultivées à l'extérieur

Tabl. 12–1. Insecticides/acaricides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada.....146
Tabl. 12–2. Fongicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada.....147
Tabl. 12–3. Autres pesticides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada.147
Tabl. 12–4. Herbicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada.....151

1. Utilisation des pesticides en Ontario

Le présent chapitre a une portée générale. L'information qu'on y trouve ne s'applique pas nécessairement à toutes les cultures.

Lire l'étiquette avant d'utiliser un pesticide!
Revoir le manuel du Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides.
Tenir des registres détaillés des pulvérisations.

Homologation fédérale des pesticides

Avant qu'un pesticide puisse être vendu ou utilisé en Ontario, il doit avoir été homologué en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires* (Canada) et avoir été classé en vertu de la *Loi sur les pesticides* (Ontario). L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada homologue les pesticides destinés à être utilisés au Canada au terme d'une évaluation de données scientifiques visant à vérifier la valeur et le bien-fondé de chaque produit; elle veille aussi à ce que les risques pour la santé humaine et l'environnement liés à l'utilisation projetée du produit soient acceptables.

L'ARLA réévalue les produits homologués pour déterminer si les normes actuelles visant la protection de la santé et la protection de l'environnement sont toujours respectées lorsque le mode d'emploi est respecté. Une réévaluation peut déboucher sur :

- le maintien de l'homologation sans modification aucune;
- des modifications à l'étiquette (pour préciser, par exemple, des modifications au niveau des exigences de protection individuelle, du délai de non-retour dans les zones traitées, et des bandes tampons à respecter);
- des modifications aux limites maximales de résidus (LMR);
- l'élimination pure et simple ou graduelle de certains usages ou de certaines formulations;
- le refus d'homologuer le produit.

L'étiquette du produit constitue un document juridique. Elle prescrit de quelle façon le produit peut être utilisé en toute légalité. Tout usage non prévu par l'étiquette est interdit. Utiliser le produit à une dose, sur une culture ou contre un ennemi qui ne sont pas précisés sur l'étiquette est illégal. Les étiquettes de tous les produits homologués se trouvent sur le site de l'ARLA, à *www.pmra-arla.gc.ca* (cliquer sur Recherche d'étiquettes de pesticides). S'assurer d'avoir en sa possession l'étiquette la plus à jour et d'être au fait de toute décision consécutive à une réévaluation.

Réglementation des pesticides en Ontario

En Ontario, c'est le ministère de l'Environnement (MEO) qui est chargé de réglementer la vente, l'utilisation, le transport, l'entreposage et l'élimination des pesticides. La province réglemente les pesticides en donnant l'éducation appropriée, et en fixant les exigences concernant la délivrance des licences et permis d'utilisation, conformément à la *Loi sur les pesticides* et au règlement 63/09. De plus, il faut utiliser tous les produits pesticides conformément à la *Loi sur les pesticides* et au règlement 63/09. Pour obtenir le texte de la loi et de son règlement d'application, consulter le site Lois-en-ligne à *www.e-laws.gov.on.ca* ou appeler ServiceOntario au 1 800 668-9938 ou au 416 326-5300.

Classement des pesticides

Avant qu'un produit puisse être vendu ou utilisé en Ontario, le Comité consultatif sur les pesticides de l'Ontario (OPAC) est chargé de revoir tous les pesticides et de faire ses recommandations au MEO quant au classement de chaque produit. Les produits sont classés en fonction de leur toxicité, des dangers qu'ils représentent pour l'environnement ou la santé, de la rémanence de leur matière active ou de leurs métabolites, de leur concentration, de leur usage, de leur statut eu égard à l'homologation et au classement par le gouvernement fédéral. Ce système de classement fournit la base de la réglementation de la distribution, de la disponibilité et de l'usage des produits pesticides en Ontario. Après l'approbation par le MEO, les produits sont affichés sur le site du MEO, *www.ene.gov.on.ca*.

Pour plus d'information sur la réglementation, la certification et la délivrance de permis relativement aux pesticides, voir :

- la deuxième page de couverture de la présente publication;
- le site web de l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) à *www.pmra-arla.gc.ca;*
- le Service de renseignements sur la lutte antiparasitaire de l'ARLA : 1 800 267-6315 (de l'intérieur du Canada) ou 613 736-3799 (de l'extérieur du pays);
- le site du MEO : *www.ene.gov.on.ca;*
- un spécialiste régional des pesticides du MEO (voir annexe B, *Ministère de l'Environnement de l'Ontario — Coordonnées des bureaux régionaux*, p. 153);
- le site du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) : *www.ontario.ca/maaaro;*
- le site du Programme ontarien de formation en matière de pesticides (Campus de Ridgetown de l'Université de Guelph) : *www.opep.ca;*
- le site Web de Formation et accréditation des destructeurs de parasites : *www.ontariopesticide.com/OPTC/default.htm.*

Le système ontarien de classement des pesticides est passé de six annexes à onze catégories (Règlement 63/09).

Permis et accréditation

Exigences visant les producteurs et leurs aides

Pour de l'information sur la certification des producteurs et la formation de leurs aides, consulter le site du Programme ontarien de formation en matière de pesticides à *www.opep.ca* ou composer le 1 800 652-8573.

Exigences visant les entrepreneurs (exterminateurs) et leurs aides

Pour plus d'information sur la certification des exterminateurs, la délivrance de licences, et la formation des techniciens, consulter le site de Formation et accréditation des destructeurs de parasites à *www.ontariopesticide.com/OPTC/default.htm* ou composer le 1 888 620-9999 ou le 519 674-1575.

Information sur l'application de pesticides

Avant d'utiliser un pesticide, choisir la formulation et la méthode d'application les plus indiquées pour la situation. N'utiliser que des pulvérisateurs bien calibrés. Choisir le produit qui, à efficacité égale, est le moins toxique. Prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter que des humains et des organismes non visés par le traitement y soient exposés. Bien lire l'étiquette avant l'application et s'assurer d'avoir en main l'étiquette la plus à jour. Voici un aperçu des renseignements importants qu'on trouve sur l'étiquette :

- mode d'emploi (doses, cultures pouvant être traitées, ennemis combattus, restrictions visant les cultures comprises dans la rotation, nombre total d'applications, taille des gouttelettes, type de buse, matériel de pulvérisation, moment des traitements et conditions météorologiques idéales);
- équipement de protection individuelle à porter;
- dangers pour la santé et toxicité du produit;
- délais de non-retour dans les zones traitées;
- bandes tampons;
- avertissements particuliers;
- mesures à prendre en cas d'accident;
- mode d'élimination.

Pour en savoir plus sur les dangers que le produit représente, consulter sa fiche signalétique ou communiquer avec son fabricant.

Délai de non-retour dans les zones traitées

Le délai de non-retour dans les zones traitées correspond au laps de temps qui doit s'écouler après une application avant que les travailleurs puissent retourner dans les zones traitées sans vêtements de protection ni équipement de protection individuelle. Ce délai permet aux vapeurs et aux résidus de pesticides de se dissiper et d'éviter ainsi tout risque d'empoisonnement accidentel.

L'ARLA étudie chaque pesticide afin de déterminer s'il y a lieu que l'étiquette précise un délai de non-retour dans les zones traitées. Quand aucun tel délai n'est précisé sur l'étiquette, on attend en principe que la bouillie ait séché avant de retourner dans les zones

traitées. L'étiquette contient parfois une mise en garde au sujet du travail effectué dans les zones traitées. Suivre les recommandations qui y figurent. Voir le tableau 2–2, *Délais de non-retour dans les zones traitées pour les pesticides homologués en serriculture*, p. 11.

Délai de non-traitement ou délai d'attente avant la récolte, le pâturage ou l'utilisation comme fourrage

Ces délais d'attente correspondent au laps de temps minimal qui doit s'écouler entre le moment du dernier traitement et la récolte ou la mise au pâturage des animaux ou le fauchage de la culture en vue de la servir aux animaux. Si l'on récolte une culture avant l'expiration du délai d'attente avant récolte, il risque d'y avoir des résidus de pesticides au delà de la limite maximale de résidus (LMR) fixée par l'ARLA.

Pour éviter de dépasser la LMR, toujours respecter le mode d'emploi qui figure sur l'étiquette.

Bandes tampons

Les bandes tampons sont des zones qu'on s'abstient de traiter, afin de protéger une zone adjacente sensible, comme un habitat aquatique ou terrestre sensible, les têtes de puits, les cultures non visées par les traitements et les aires de jeu des enfants.

Laisser une bande tampon convenable entre la zone traitée et les zones sensibles adjacentes. La largeur des bandes tampons varie selon la méthode d'application (p.ex., aéronef, rampe de pulvérisation, pulvérisateur à main). Certaines étiquettes de pesticides précisent les exigences à respecter concernant les bandes tampons. Vérifier l'étiquette du produit pour connaître la largeur de la bande tampon exigée.

Les habitats terrestres sensibles comprennent les haies, pâturages, plantations brise-vent, haies brise-vent, forêts, boisés, bandes de végétation, etc.

Les habitats aquatiques sensibles comprennent les lacs, réservoirs, cours d'eau, ruisseaux, marais, marécages, étangs, bassins de pêche commerciale, etc.

Distances de retrait par rapport aux plans d'eau
Quiconque introduit dans l'eau des matières pouvant être préjudiciables aux poissons ou à l'habitat des poissons contrevient à la *Loi sur les pêches* (Canada). Pour protéger l'eau, les entrepreneurs en traitements phytosanitaires doivent déterminer la distance de retrait qu'il convient de respecter entre la zone à protéger et la zone où doivent se faire les traitements pesticides (si aucune distance n'est précisée sur l'étiquette). La zone protégée comprend le plan d'eau aussi bien que les zones riveraines qui contribuent à l'alimentation et à l'habitat des poissons.

Protection de l'environnement

Protection des sources d'eau

Selon le British Crop Protection Council (BCPC), entre 40 et 70 % des cas de contamination des eaux de surface par des pesticides sont attribuables aux zones de préparation des mélanges et de remplissage des pulvérisateurs. Par conséquent, il faut absolument effectuer ces opérations sur des surfaces imperméables, à bonne distance des cours d'eau et des zones sensibles sur le plan environnemental, en prenant soin de recueillir les eaux de drainage et les eaux de ruissellement et de les éliminer en toute sécurité (*Your Guide to Using Pesticides*, BCPC 2007).

Nettoyer le matériel de pulvérisation loin des puits, étangs, cours d'eau et fossés. Pulvériser l'eau de rinçage (ratio de dilution habituel de 1:10) sur la zone traitée (culture) en veillant à ne pas dépasser la dose maximale recommandée sur l'étiquette.

Ne jamais relier directement un pulvérisateur à une source d'approvisionnement en eau (p. ex., réseau public, puits, cours d'eau ou étang). Employer un dispositif anti-refoulement ou un système intermédiaire pour empêcher le liquide de retourner à la source et éviter ainsi de contaminer la source d'approvisionnement en eau.

Endiguer et nettoyer immédiatement tout déversement afin d'empêcher la contamination des sources d'eau.

Vérifier si l'étiquette du produit contient des directives particulières quant à la protection des sources d'eau.

Pour plus d'information sur la protection des sources d'approvisionnement en eau, voir :
- la fiche technique nº 06-116 du MAAARO, *Protéger la qualité des réserves d'eaux souterraines;*
- le fascicule BMP13F, *Entreposage, manipulation et application de pesticides* de la série « Les pratiques de gestion optimales », publié par le MAAARO et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Prévention de l'empoisonnement des abeilles

Il est important de protéger les abeilles lorsqu'on pulvérise des insecticides. Cette consigne vise particulièrement les producteurs de fleurs cultivées à l'extérieur. Les abeilles domestiques, comme d'autres insectes, sont de grands pollinisateurs des cultures. De nombreuses cultures procurent en outre aux abeilles des sources de nectar indispensables à la production de miel.

Bien lire les précautions à prendre relativement aux abeilles sur l'étiquette du produit. Dans la mesure du possible, choisir des solutions de rechange moins toxiques pour les abeilles. La plupart des insecticides à base d'organophosphorés et de carbamates sont extrêmement toxiques pour les abeilles.

Avant d'appliquer un pesticide, aviser les apiculteurs du voisinage, afin qu'ils puissent faire le nécessaire pour protéger leurs abeilles. Communiquer avec l'apiculteur provincial au 1 888 466-2372, poste 63595, pour la liste des apiculteurs de la région. Respecter les consignes quant au choix du moment afin d'éviter d'empoisonner inutilement les abeilles. Pour plus d'information sur la prévention de l'empoisonnement des abeilles, voir la section « apiculture » de la page Web du MAAARO *www.ontario.ca/cultures.*

Prévention de la dérive de pesticides

- Ne pas faire de pulvérisation quand les vents sont forts ou soufflent en rafales. Les risques de dérive du brouillard sont alors trop grands. Consulter l'étiquette du produit pour connaître les vitesses maximales du vent sous lesquelles les pulvérisations peuvent se faire. Il se peut que certaines étiquettes ne fournissent pas cette information. Vérifier constamment la vitesse du vent durant la pulvérisation en utilisant un anémomètre de bonne qualité. Consigner la vitesse et la direction du vent. Si les conditions du vent se modifient, des réglages peuvent être nécessaires pour limiter les risques de dérive. Par exemple, il se peut qu'on doive augmenter les volumes d'eau, réduire la distance buse-cible, utiliser des buses faisant appel à une technologie différente, changer de champ si les risques sont trop grands là où l'on se trouve, ou carrément interrompre la pulvérisation et attendre que les conditions s'améliorent.

- Ne pas faire de pulvérisation durant des périodes d'absence complète d'agitation de l'air. Ces périodes d'absence de vent surviennent habituellement tôt le matin ou tard en soirée, à des moments où, normalement, la température est plus fraîche et l'humidité relative, plus élevée. Cette combinaison a parfois pour effet de laisser dans le champ des gouttelettes comme celles qui sont attribuables à la dérive, qui quand le vent s'élève, risquent d'être emportées vers des zones non visées par le traitement.

- Régler le pulvérisateur au débit recommandé (volume d'eau).

- Utiliser une buse qui produira la taille de gouttelette appropriée si celle-ci est précisée sur l'étiquette.

- Utiliser la buse qui convient le mieux au type d'application. Dans la mesure du possible, employer des buses à admission d'air, qui ont l'avantage, par rapport aux buses traditionnelles, de réduire considérablement la dérive.

- Vérifier la distance de la buse à la cible. Réduire le plus possible cette distance en veillant à maintenir l'uniformité du traitement.

- Respecter les exigences précisées sur l'étiquette relativement aux bandes tampons, afin de protéger les zones sensibles adjacentes.

- Se protéger contre les panaches d'embruns s'il est possible et pratique de le faire (cagoules, carénages, écrans et rideaux d'air).

- Utiliser des adjuvants anti-dérive en respectant les directives fournies sur l'étiquette.

- Dans la mesure du possible, utiliser des applicateurs à corde au lieu de pulvériser le produit.

- Utiliser des produits non volatils.

Pour plus d'information sur la dérive de pesticides, voir :

- le fascicule BMP13F, *Entreposage, manipulation et application de pesticides* de la série « Les pratiques de gestion optimales », publié par le MAAARO et Agriculture et Agroalimentaire Canada;
- les vidéos sur la maîtrise de la dérive de pesticides, produites par le Campus de Ridgetown de l'Université de Guelph dans le cadre du Programme ontarien de formation en matière de pesticides et intitulées *How to Manage Spray Drift* et *Spray Drift Reduction Through Air Induction*. Ces vidéos peuvent être commandées en ligne à *www.opep.ca/Educational/EducationalMaterials.htm*.

Élimination des pesticides

Contenants de pesticides vides

Ne jamais réutiliser des contenants de pesticides vides. Perforer les contenants vides après les avoir nettoyés pour qu'ils ne puissent être réutilisés.

Grâce au Programme (ontarien) de recyclage des contenants de pesticides, accessible aux producteurs et aux entrepreneurs en traitements phytosanitaires, il est possible de retourner à des dépôts un peu partout dans la province les contenants de pesticides de plastique ou de métal (d'une capacité maximale de 23 L dans le cas des contenants de plastique et de 20 L dans le cas des contenants de métal), pourvu qu'ils soient propres et aient été rincés trois fois. Retirer la brochure du contenant avant de l'envoyer au recyclage. Pour connaître l'emplacement des dépôts de contenants de pesticides à recycler, communiquer avec le Programme ontarien de formation en matière de pesticides au 1 800 652-8573 ou consulter le site de Crop Life Canada à l'adresse *www.croplife.ca*.

Surplus de bouillie

Le meilleur moyen de se débarrasser de tout surplus de bouillie est de trouver d'autres champs où appliquer le produit. Avant la pulvérisation, vérifier sur l'étiquette si le pesticide est homologué pour la culture en question.

Si l'on ne peut trouver un autre champ où pulvériser le produit, le diluer en ajoutant 10 parties d'eau pour chaque partie de bouillie. On peut appliquer cette solution diluée sans danger sur la zone traitée dans la mesure où l'on ne dépasse pas la dose recommandée sur l'étiquette. S'assurer de bien lire l'étiquette pour connaître toute restriction quant aux cultures comprises dans la rotation, au délai à respecter avant la récolte ou à l'élimination des surplus de bouillie.

Ne jamais pulvériser à nouveau sur un champ traité de la bouillie non diluée. Le fait de pulvériser une zone deux fois revient à doubler la dose recommandée, ce qui risque de laisser un niveau illégal de résidus de pesticides dans la culture ou des résidus dangereux dans le sol qui peuvent nuire à une culture subséquente.

Quantités non employées

S'assurer d'éliminer en toute sécurité les pesticides qui n'ont pas été employés ou dont on ne veut plus. Voici différentes manières de s'y prendre :

- Communiquer avec le fournisseur. Il reprend parfois les quantités inutilisées des produits s'ils sont toujours dans un contenant d'origine qui n'a pas été ouvert.

- En confier l'élimination à une entreprise de transport autorisée, en vertu de la partie V de la *Loi sur la protection de l'environnement*, à transporter des matières dangereuses. Consulter les Pages Jaunes de l'annuaire téléphonique sous « Déchets liquides — Enlèvement ».

- Surveiller dans le journal local ou sur le site de Crop-Life Canada *(www.croplife.ca)* les avis de collecte de produits dangereux.

- Communiquer avec la municipalité pour voir si elle organise des journées de collecte spéciales et demander quelles quantités de pesticides à usage agricole elle accepte.

Entreposage des pesticides

La *Loi sur les pesticides* (Ontario) et le règlement 63/09 comportent des exigences visant les installations d'entreposage. Les exigences d'entreposage à respecter dépendent de la catégorie à laquelle appartiennent les pesticides que l'on emploie.

Pour plus d'information sur l'entreposage des pesticides, voir :

- la fiche technique nº 07-060 du MAAARO, *Installation d'entreposage de pesticides à la ferme;*
- le fascicule BMP13F, *Entreposage, manipulation et application de pesticides* de la série « Les pratiques de gestion optimales », publié par le MAAARO et Agriculture et Agroalimentaire Canada;
- le manuel du Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides, élaboré par le Campus de Ridgetown de l'Université de Guelph dans le cadre du Programme ontarien de formation en matière de pesticides, qu'on peut commander sur le site *www.opep.ca/Educational/EducationalMaterials.htm.*

Déversements de pesticides

Si un déversement de pesticide a des répercussions ou risque d'en avoir, le signaler obligatoirement au **Centre d'intervention en cas de déversement du MEO, au 1 800 268-6060** (numéro accessible jour et nuit, sept jours sur sept), et à la municipalité.

Le terme « déversement » s'entend du rejet d'un polluant qui satisfait à l'ensemble des conditions suivantes : il se fait dans l'environnement naturel; il se fait à partir d'un ouvrage, d'un véhicule ou d'un autre contenant ou hors de ceux-ci; il est d'une quantité ou d'une intensité anormales compte tenu de l'ensemble des circonstances qui ont trait à ce rejet. Un incident comme le renversement d'un pulvérisateur de pesticide, qui fait en sorte que de la bouillie s'échappe dans l'environnement est un exemple d'un déversement. Un contenant de pesticide qui se fend et qui coule en est un autre exemple. On parle aussi de déversement pour décrire une application excessive d'un pesticide sur une zone non approuvée.

Avant d'entamer le nettoyage consécutif à un déversement de quelque nature qu'il soit, se rappeler de toujours bien se protéger de toute exposition au produit. Porter des vêtements et de l'équipement de protection appropriés. Si le déversement s'est produit dans un endroit clos (comme un local d'entreposage des pesticides ou à bord d'un véhicule en cours de transport), commencer par bien aérer l'endroit. Se protéger comme il se doit, puis s'éloigner et empêcher toute autre personne ou même tout animal d'accéder au site et prendre les mesures supplémentaires pour freiner le déversement à la source et empêcher le produit de se répandre et de contaminer des cours d'eau. Consulter l'étiquette pour connaître les précautions particulières à prendre, les personnes à contacter en cas d'urgence et les premiers soins à administrer.

S'il s'agit d'un déversement mineur, il est parfois possible de remédier comme suit :

- **dans le cas d'un liquide,** le recouvrir d'une bonne couche d'un matériau absorbant comme de la litière de chat, de la vermiculite ou de la terre sèche, puis balayer ou pelleter le matériau dans un baril dont on éliminera le contenu avec toutes les précautions réservées aux déchets dangereux;

- **dans le cas des poudres ou des granules,** balayer ou pelleter le matériau dans un baril dont on éliminera le contenu avec toutes les précautions réservées aux déchets dangereux.

S'il s'agit d'un déversement important, il faut absolument empêcher le produit de se répandre. Les directives de nettoyage données ci-dessus peuvent ne pas convenir à toutes les situations. Une fois le déversement contenu, respecter les consignes du fabricant ou des organismes de réglementation quant au protocole à suivre pour le nettoyage de la zone contaminée.

Voici des sources d'information sur la prévention des déversements :

- la fiche technique nº 96-026 du MAAARO, *Comment éviter les déversements accidentels de pesticides;*
- le fascicule BMP13F, *Entreposage, manipulation et application de pesticides* de la série « Les pratiques de gestion optimales », publié par le MAAARO et Agriculture et Agroalimentaire Canada;
- le manuel du Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides, élaboré par le Campus de Ridgetown de l'Université de Guelph dans le cadre du Programme ontarien de formation en matière de pesticides, qu'on peut commander sur le site *www.opep.ca/Educational/EducationalMaterials.htm.*

En cas d'empoisonnement ou de blessures impliquant un pesticide, appeler :

le Centre antipoison

1 800 268-9017

ATS : 1 877 750-2233

Pour plus d'information, voir *Mesures d'urgence et premiers soins en cas d'empoisonnement par les pesticides* à la troisième page de couverture.

2. Emploi sécuritaire des pesticides

Santé humaine

Dangers liés à l'utilisation des pesticides

Chaque fois qu'on manipule un pesticide, on s'expose à certains dangers. L'importance de ces dangers dépend de deux facteurs : la toxicité du produit et le degré d'exposition.

danger = toxicité × exposition

Toxicité

La toxicité indique dans quelle mesure le produit est dangereux ou toxique. Il y a deux types de toxicité :

Toxicité aiguë

La toxicité aiguë renvoie à l'intoxication résultant d'une seule exposition au produit. Les symboles et mots-indicateurs sur l'espace principal de l'étiquette indiquent le degré de toxicité aiguë du produit (voir le tableau 2–1, *Signification des termes et symboles de danger*, p. 10).

Dose létale 50 % (DL_{50}) — Sert à mesurer le degré de toxicité aiguë. Il s'agit de la dose (en mg de produit/kg de poids corporel) qui tue 50 % des animaux de laboratoire (habituellement des rats) au bout d'un délai donné (allant de vingt-quatre heures à sept jours). La DL_{50} correspond généralement à la toxicité aiguë lorsque le produit est ingéré par la bouche ou le nez. Il existe aussi pour chaque produit une valeur de DL_{50} cutanée (toxicité du produit lorsqu'il est absorbé par la peau). La DL_{50} des produits utilisés à l'extérieur ou dans des serres sur des cultures ornementales est indiquée dans les tableaux 9–1, *Classement et toxicité des insecticides et des acaricides*, p. 114, 9–2, *Classement et toxicité des fongicides*, p. 116, 9–3, *Classement et toxicité des régulateurs de croissance*, p. 117, et 9–4, *Classement et toxicité des herbicides*, p. 117.

Plus la DL_{50} est élevée, moins le produit est toxique pour les humains. Les produits qui affichent une faible dose létale (DL_{50}) sont extrêmement toxiques. Les produits antiparasitaires à toxicité aiguë élevée qui sont homologués pour utilisation dans les serres comprennent le dichlorvos (DDVP), l'endosulfan (Thiodan, Thionex) et la nicotine (Plantfume Nicotine Fumigène).

Toxicité chronique

La toxicité chronique renvoie à l'intoxication consécutive à une exposition répétée à de petites doses d'un pesticide sur une longue période. La toxicité chronique peut ne se manifester qu'après des mois, voire des années, d'exposition. Les symboles qui figurent sur l'étiquette ne donnent aucune information sur la toxicité chronique du produit. Le port de vêtements et d'équipement de protection individuelle contribue à réduire l'exposition et les risques d'effets chroniques.

Exposition

L'exposition désigne la façon dont l'organisme entre en contact avec un produit. Les pesticides peuvent pénétrer dans l'organisme par trois voies :

Exposition par voie cutanée

L'exposition par voie cutanée s'entend de l'exposition par la peau ou les yeux. La quantité de pesticide absorbée et la vitesse d'absorption dépendent de plusieurs facteurs, dont :

- l'état de la peau au moment de l'exposition. Si la peau est humide ou si elle est irritée ou égratignée, le produit sera absorbé plus facilement;
- la partie du corps qui est en contact avec le pesticide. Les yeux, la région génitale, le cuir chevelu et les conduits auditifs absorbent plus rapidement les pesticides que les mains ou les bras. Les yeux sont particulièrement vulnérables, car ils sont constitués de tissus très absorbants.

Exposition par voie respiratoire

L'exposition par voie respiratoire (par inhalation) survient quand on inhale des particules, poussières, gaz ou vapeurs en suspension dans l'air.

Exposition par voie buccale

Il y a exposition par voie buccale quand le produit entre dans la bouche ou est ingéré.

Mesure du taux de cholinestérase dans le sang

Les organophosphorés et les carbamates peuvent perturber le système nerveux humain. Voici quelques-uns des produits appartenant à ces groupes chimiques parmi ceux qui sont homologués pour utilisation sur des cultures de fleurs ou de plantes d'ornement pratiquées en serre ou à l'extérieur :

- acéphate (Orthene);
- carbaryl (Sevin);
- chlorpyrifos (Dursban, Pyrate);
- dichlorvos (DDVP);
- diméthoate (Cygon, Lagon);
- malathion;
- naled (Dibrom);
- phosmet (Imidan).

Ces pesticides peuvent réduire la concentration de l'enzyme acétylcholinestérase dans le sérum et les globules rouges du sang. Notre corps utilise cette enzyme pour transmettre des messages par l'intermédiaire de notre système nerveux. La personne qui voit son taux de cholinestérase diminuer peut manifester différents symptômes dont tremblements, secousses musculaires, vision trouble, difficultés respiratoires et problèmes cardiaques.

Quiconque utilise régulièrement des produits à base d'organophosphorés ou de carbamates devrait faire mesurer son taux de cholinestérase périodiquement. Un médecin de famille peut prescrire ces tests, qui sont d'ailleurs couverts par l'Assurance-santé de l'Ontario. On doit absolument subir le premier test avant de commencer à manipuler ces produits. Ce premier test révèle notre taux normal de cholinestérase. On doit par la suite faire vérifier son taux de cholinestérase tous les sept à dix jours au cours de la saison de pulvérisation si l'on pulvérise des insecticides à base d'organophosphorés ou de carbamates de façon répétée sur plusieurs semaines. Un taux qui tombe sous la moitié du taux initial est un indice d'empoisonnement. L'exposition doit alors absolument cesser jusqu'à ce que le taux de cholinestérase remonte au taux normal.

Lire et respecter l'information portée par l'étiquette

Connaître la signification des termes et symboles de danger

Les dangers potentiels liés aux pesticides sont signalés par quatre symboles et mots-indicateurs. Voir le tableau 2–1, *Signification des termes et symboles de danger,* sur cette page.

Voir si l'étiquette comporte des avertissements à propos des dangers pour les yeux ou la peau. L'espace principal de l'étiquette d'un pesticide peut aussi

Tableau 2–1. Signification des termes et symboles de danger

Apprendre ces mots-indicateurs et ces symboles peut nous sauver la vie!

Symbole de danger					
Mot-indicateur	Poison	Corrosif	Inflammable	Explosif	

Le symbole de danger se trouve toujours à l'intérieur de l'une des figures illustrées ci-dessous. Ces figures et les mots-indicateurs qui les accompagnent renseignent sur l'importance du danger que présente le produit. Plus la figure comporte de côtés, plus le produit est dangereux.

Symbole d'avertissement			
	Triangle = produit peu dangereux (3 côtés)	Losange = produit moyennement dangereux (4 côtés)	Octogone = produit très dangereux (8 côtés)
Mot-indicateur	Attention	Avertissement	Danger

comporter des avertissements quant au danger que le produit représente pour les yeux ou indiquer s'il s'agit d'un irritant pour la peau ou les yeux.

> Se renseigner sur les risques et la toxicité que présente chaque pesticide utilisé. Pour avoir cette information, consulter l'étiquette du produit, la fiche signalétique ou le fabricant. Voir les sites Web des fabricants pour l'information figurant sur la fiche signalétique.

Délai de non-retour dans les zones traitées

Le délai de non-retour dans les zones traitées correspond au laps de temps qui doit s'écouler après une application avant que les travailleurs puissent retourner dans les zones traitées sans vêtements de protection et équipement de protection individuelle. Les travailleurs s'exposent à des risques d'empoisonnement s'ils retournent sans protection dans les zones traitées trop tôt après le traitement. L'empoisonnement peut résulter de la manipulation des plants traités ou de l'inhalation des vapeurs de pesticides. Si l'étiquette ne précise pas de délai de non-retour dans les zones traitées, attendre que la bouillie ait séché avant de retourner dans la culture.

L'étiquette de certains pesticides met en garde contre le retour prématuré dans les zones traitées. Suivre les recommandations qui figurent sur l'étiquette.

L'étiquette du produit est toujours la meilleure source à consulter pour connaître le délai de non-retour dans les zones traitées. À défaut de l'étiquette, noter les délais qui figurent dans le tableau 2–2, *Délais de non-retour dans les zones traitées pour les pesticides homologués en serriculture*, sur cette page. Le délai indiqué correspond au laps de temps minimal qui doit s'écouler entre l'application d'un pesticide homologué en serriculture et le moment où les travailleurs peuvent retourner dans la serre sans équipement de protection.

Premiers soins

En cas d'accident :

1. Toujours se protéger soi-même en premier, afin de ne pas alourdir le bilan des victimes. Enfiler l'équipement et des vêtements de protection avant d'entrer dans un lieu contaminé ou avant de porter secours à une personne contaminée.

2. Voir si la victime respire.
   Si elle ne respire plus :
   - Redresser les voies respiratoires et vérifier les respirations.
   - Si la victime ne recommence pas à respirer, lui administrer la respiration artificielle jusqu'à ce qu'elle recommence à respirer d'elle-même.
   - On doit éviter de se contaminer soi-même, surtout si la victime a des pesticides ou des vomissures autour du visage ou de la bouche.

Tableau 2–2. Délais de non-retour dans les zones traitées pour les pesticides homologués en serriculture

4 heures (ou moins)	12 heures	24 heures	48 heures	96 heures
• *Streptomyces lydicus* (Actinovate) – (1 heure) • *Beauveria bassiana* (BotaniGard) • fenhexamide (Decree) • *Gliocladium catenulatum* (PreStop) • bicarbonate de potassium (Milstop) • *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop) • *Trichoderma harzianum* (RootShield)	• acéquinocyl (Shuttle) • acétamipride (Tristar) • bifénazate (Floramite) • cyromazine (Citation) • deltaméthrine (DeltaGard, Decis) • diflubenzuron (Dimilin) • diméthomorphe (Acrobat) • étradiazole (Truban) • iprodione (Rovral) • kinoprène (Enstar II) • oxyde de fenbutatine (Vendex) • pymétrozine (Endeavor) • pyridabène (Dyno-Mite) • pyriproxifène (Distance) • spiromésifène (Forbid 240 SC) • trifloxystrobine (Compass)	• acéphate (Orthene) • dazomide (B-Nine, Dazide) • dichlorvos (Plantfume DDVP Smoke Fumigator) • folpet (Folpan 80 WDG) • hydrochlorure de propamocarbe (Previcur) • métalaxyl (Subdue Maxx) • myclobutanil (Nova)	• chlorothalonil (Daconil Ultrex) • chlorpyrifos (Dursban WSP, Dursban T, Pyrate 480 EC) • endosulfan (Endosulfan 400E, Thionex EC) • naled (Dibrom)	• captane (Supra Captan 80 WDG, Maestro 80 DF, Captan 80 WDG)

Utiliser un masque de respiration artificielle bouche-à-bouche avec valve anti-reflux. Ne pas respirer l'air expiré par la victime.
- Procéder à la réanimation cardio-respiratoire si le pouls de la victime disparaît, mais à la condition d'avoir reçu la formation nécessaire.

Si la victime respire, mais est inconsciente :
- La placer en position de récupération (sur le côté, la tête légèrement tournée sur le côté). Si la victime vomit, essayer de lui dégager les voies respiratoires.

3. Cesser l'exposition au pesticide. Retirer la personne des lieux contaminés. Lui enlever tous ses vêtements contaminés. Laver à l'eau et au savon toute partie de peau qui a été en contact avec le produit.

4. Réunir les quatre données de base :
   - Quoi? Identifier le produit. Chercher l'étiquette, le contenant ou une quantité inutilisée du produit.
   - Quelle quantité? Déterminer la quantité du produit à laquelle la victime a été exposée?
   - Comment? Par quelle voie le produit a-t-il pénétré dans l'organisme? Par le bouche, par la peau ou les yeux, ou par les poumons?
   - Quand? Combien de temps s'est-il écoulé depuis que la victime a été exposée au produit et combien de temps a duré l'exposition? Les symptômes se sont-ils manifestés immédiatement ou l'empoisonnement est-il survenu après une plus longue période d'exposition?

5. Appeler une ambulance ou le Centre antipoison.

6. Commencer à administrer les premiers soins en fonction de la voie de pénétration.

7. S'assurer que le patient voit un médecin. Les premiers soins ne sauraient remplacer l'aide d'un professionnel de la santé.

Il n'y a pas une minute à perdre

Si l'on ne peut répondre rapidement à ces questions, se tenir prêt à fournir au personnel affecté aux urgences le peu d'information qu'on aura pu réunir.

Symptômes d'empoisonnement par les pesticides

Légers

Maux de tête, fatigue (lassitude), perte d'appétit, étourdissements, faiblesse, nervosité, nausée, transpiration, diarrhée, perte de poids, soif, sautes d'humeur, irritation de la peau, des yeux, des voies nasales et de la gorge.

Moyens

Nausées, tremblements, perte de coordination musculaire, salivation excessive, vision trouble, serrement de gorge ou de poitrine, difficulté à respirer, teint rouge ou jaunâtre, crampes abdominales, vomissements, diarrhée, confusion mentale, transpiration, pouls rapide, toux.

Graves

Vomissements, perte de réflexes, incapacité à respirer ou respiration haletante, contractions musculaires, pupilles contractées, convulsions, perte de conscience, soif, fièvre.

(Source : Manuel du Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides, Campus de Ridgetown de l'Université de Guelph. Document accessible en ligne à *www.opep.ca*).

Si des malaises surviennent pendant ou peu après la manipulation d'un pesticide, se rendre à l'hôpital. Apporter avec soi l'étiquette, la fiche signalétique ou le contenant du produit. Ne pas transporter le contenant dans l'habitacle du véhicule. Voir les mesures d'urgence en cas d'empoisonnement par un pesticide à la troisième page de couverture.

Centre antipoison

- 1 800 268-9017
- ATS : 1 877 750-2233

Précautions générales dans l'utilisation de pesticides

Avant tout, lire l'étiquette…

- avant d'acheter un pesticide;
- avant d'utiliser un pesticide;
- avant d'entreposer ou d'éliminer un pesticide.

Toujours garder un registre des traitements effectués.

Se protéger soi-même quand on utilise des pesticides

Mettre quelqu'un au courant du lieu où va se dérouler le traitement, des pesticides qui vont être manipulés et du temps que devrait prendre le travail.

Afficher les numéros d'urgence, notamment ceux du Centre antipoison et du Centre d'intervention en cas de déversement, près de tous les téléphones.

Garder une liste des noms et des numéros d'homologation en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires* de tous les pesticides que l'on manipule. Il est judicieux de garder en dossier le dépliant de tous les produits employés. S'assurer que les collègues et membres de la famille savent où cette liste ou ce dossier se trouve en cas d'accident.

Avoir en tout temps à portée de la main une bonne provision d'eau claire, du savon et des essuie-tout en plus d'une paire de gants et de survêtements de protection de rechange pour le cas où l'on aurait du produit sur la peau ou sur les vêtements.

Porter les vêtements et l'équipement de protection appropriés et s'assurer qu'ils sont propres et en bon état avant de les enfiler.

Ne jamais fumer, chiquer du tabac, boire ni manger quand on manipule des pesticides. Ne jamais transporter sur soi du tabac ni des aliments. Ne jamais laisser du tabac, des aliments ou des boissons dans la zone où l'on manipule ou entrepose des pesticides.

Se changer et se laver les mains et le visage avant de manger, de boire ou de fumer.

Se laver les mains avant d'aller aux toilettes, et non seulement après. La peau dans la région du bas ventre absorbe très facilement les pesticides.

Avant une fumigation :

- Faire sortir le bétail et la volaille qui se trouvent dans le bâtiment à traiter.
- Par mesure de sécurité, une autre personne portant une tenue de protection devrait être présente pendant toute la durée de la fumigation.

Utilisation de semence traitée :

- Les substances servant à enrober ou à traiter les semences sont toxiques pour les humains et les animaux.
- Ne pas respirer les vapeurs ou la poussière qui se dégagent pendant le traitement ou la manipulation des semences traitées.
- Porter des gants en néoprène ou en nitrile.
- Se laver méticuleusement après avoir traité des semences pour éliminer toute trace de produit sur la peau. Les semences traitées sont toxiques.
- Ne jamais servir aux animaux des semences inutilisées.

Vêtements et équipement de protection

Choisir et porter la tenue et l'équipement de protection appropriés. S'assurer que la tenue et l'équipement de protection sont propres, sont de la bonne taille et sont en bon état. Le choix des vêtements et de l'équipement de protection à porter pendant un travail donné dépend :

- du pesticide utilisé — lire la rubrique Précautions de l'étiquette pour savoir quoi porter;
- du travail à faire — p. ex., il faut se protéger davantage quand on manipule des pesticides concentrés ou quand on prépare le mélange ou qu'on remplit le pulvérisateur;
- du type de traitement — il faut se protéger plus rigoureusement quand on fait des traitements dans des lieux clos ou des pulvérisations avec un pulvérisateur à jet porté, et que le tracteur n'a pas de cabine.

Chaque personne qui utilise des pesticides doit avoir ses propres vêtements et son équipement de protection. Consulter l'étiquette du produit pour savoir quels vêtements et équipement de protection sont nécessaires.

Quel que soit le pesticide, toujours porter :

- un chapeau n'absorbant pas l'eau, par exemple un casque de sécurité ou un chapeau de pluie imperméable
  - Il faut parfois que toute la région de la tête et du cou soit protégée. C'est le cas notamment lors de la pulvérisation de pesticides à l'intérieur

d'une serre, de la pulvérisation de formulations pulvérulentes ou de l'utilisation d'un pulvérisateur à jet porté. Dans ce genre de situations, porter une cagoule ou un chapeau qui protège les conduits auditifs. Ne pas porter de casquettes de baseball ou de chapeaux en tissu, car ils absorbent les pesticides.

- un pantalon long et une chemise à manches longues ou une combinaison de protection
  - Les combinaisons sont à usage unique ou réutilisables. Celles qui sont réutilisables sont normalement faites dans un tissu serré de coton ou de polyester. Si l'on utilise des combinaisons à usage unique, s'assurer qu'elles protègent effectivement contre les pesticides qu'on projette d'utiliser.
  - Opter de préférence pour des combinaisons qui ne se laissent pas imprégner par l'eau; les pantalons en coton, en denim et en mélange coton/polyester collent à la peau quand ils sont mouillés, ce qui accroît le risque de contamination par voie cutanée.
- des gants de protection contre les agents chimiques (non doublés)
  - Utiliser des gants en néoprène ou en nitrile (PVC), à moins que l'étiquette du pesticide ne préconise une autre sorte de gant. Ne pas porter de gants de caoutchouc car de nombreux pesticides peuvent dégrader ce matériau. Replier le haut des gants vers l'extérieur et tirer la manche par-dessus.
- des bottes résistantes aux produits chimiques (non doublées)
  - Passer les jambes de pantalon sur les bottes pour empêcher le pesticide de ruisseler à l'intérieur des bottes.

Lire l'étiquette. Elle précise quels vêtements et quel équipement de protection supplémentaires il faut porter.

Dans le cas de certains pesticides, il faut aussi porter :

- des lunettes de protection à pourtour étanche
  - Utiliser des lunettes étanches pourvues d'orifices d'aération indirecte qui empêchent les éclaboussures d'entrer en contact avec les yeux. Les lunettes ordinaires n'assurent pas une protection complète. Ne jamais porter des lentilles cornéennes quand on travaille avec des pesticides.
- un écran facial
- un tablier résistant aux produits chimiques
- un respirateur
  - Un respirateur est un appareil qui couvre la bouche et le nez afin d'empêcher la pénétration dans les poumons des infimes gouttelettes, particules et vapeurs produites par la pulvérisation. Un masque antipoussière ne peut pas remplacer un respirateur conçu pour protéger contre les pesticides. S'assurer que les respirateurs et les cartouches sont approuvés par le NIOSH ou le MSHA. Utiliser des cartouches ou des pré-filtres qui protègent contre les vapeurs organiques. Pour plus d'information, consulter le manuel du Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides, élaboré par le Campus de Ridgetown de l'Université de Guelph.

Pour les fumigants :

- Au moment de manipuler du bromure de méthyle, ne pas porter de gants, car ces derniers emprisonnent le gaz près de l'épiderme. Porter un respirateur à cartouche pour vapeur organique couvrant tout le visage ou un appareil de protection respiratoire autonome à pression positive. L'étiquette de certains produits renfermant du bromure de méthyle précise que l'utilisateur doit porter un appareil respiratoire autonome pendant toute la durée du traitement.
- Quand on travaille avec du phosphure d'aluminium, on doit porter des gants de coton ainsi qu'un un appareil respiratoire autonome à cartouche pour gaz acide couvrant tout le visage et approuvé par le NIOSH ou le MSHA.

Toujours consulter l'étiquette du produit pour connaître les exigences relatives à l'équipement de protection.

Travail dans des espaces clos

Appareil de protection respiratoire à boîtier filtrant

L'appareil de protection respiratoire à boîtier filtrant est efficace contre les vapeurs ou émanations gazeuses ou les particules en suspension de certains produits dangereux. Ce type de respirateur convient généralement dans les lieux ventilés où la qualité de l'air n'est pas susceptible de changer rapidement. Il ne doit jamais être utilisé dans un espace clos où l'oxygène peut se raréfier et où de grandes concentrations de gaz peuvent s'accumuler.

Utiliser un appareil de protection respiratoire à boîtier filtrant quand l'air ambiant contient des concentrations faibles de substances toxiques (gaz, vapeurs ou poudres) provenant d'une désinfection du sol par arrosage abondant, d'un épandage de granulés, d'un poudrage ou d'une pulvérisation foliaire. Les pesticides utilisés de cette manière ont en général une toxicité faible ou modérée.

Appareil de protection respiratoire autonome

Les appareils à filtre n'assurent pas une protection suffisante aux personnes qui travaillent dans des espaces clos où les concentrations de gaz sont anormalement élevées. L'emploi de substances qui dégagent du cyanure d'hydrogène, du bromure de méthyle, de la chloropicrine ou de la phosphine peut

Tableau 2–3. Fournisseurs de vêtements et d'équipement de protection en Ontario

3-M Canada Inc.	Division de la sécurité de l'environnement et des travailleurs C.P. 5757 London (Ontario) N6A 4T1 *www.3m.ca*	Tél. : 519 451-2500 Sans frais : 1 800 364-3577 Téléc. : 519 452-6720 Commandes : 809 263-3489 SST : 519 452-4600
Acklands Grainger	90, ch. Beaver Creek O. Richmond Hill (Ontario) L4B 1E7 *www.acklandsgrainger.com*	Tél. : 905 731-5516 Sans frais : 1 800 668-8989
Aearo Canada	6889, ch. Rexwood Mississauga (Ontario) L4V 1R2 *www.aearo.com*	Tél. : 905 795-0700 Sans frais : 1 800 387-4304 Téléc. : 905 564-5250
DuPont Personal Protection	45, ch. Dalkeith Brantford (Ontario) N3P 1M1 *www.dupont.ca*	Tél. : 519 753-9306 Sans frais : 1 800 387-9326 Téléc. : 519 752-2161
Huron Tractor	305, rue Main Nord Exeter (Ontario) N0M 1S3 *www.hurontractor.com*	Tél. 519 235-1115 Téléc. : 519 235-1939
HAMISCO	3392, ch. Wonderland London (Ontario) N6L 1A8 *www.hamisco.com*	Tél. : 519 652-9800 Sans frais : 1 800 668-9800 Téléc. : 519 652-9661
Levitt-Safety (Eastern) Limited	2872 Bristol Circle Oakville (Ontario) L6H 5T5 *www.levitt-safety.com*	Tél. : 905 829-3299 Sans frais : 1 800 268-6196 Téléc. : 905 829-2919
Mitt & Robe Co.	751, rue Norfolk Nord Simcoe (Ontario) N3Y 3R6 *www.mittrobe.ca*	Tél. : 519 428-4050 Sans frais : 1 877 893-6565 Téléc. : 519 428-5142
MGS Horticultural Inc.	50, rue Hazelton Leamington (Ontario) N8H 1B8 *www.mgshort.com*	Tél. : 519 326-9037 Téléc. : 519 326-5861
MSA Canada Inc.	5535, av. Eglinton Ouest Bureau 222 Toronto (Ontario) M9C 5K5 *www.msanet.com*	Tél. : 416 620-4225 Sans frais : 1 800 267-0672 Téléc. : 416 620-9697
Plant Products Co. Ltd.	314, ch. Orenda Est Brampton (Ontario) L6T 1G1 *www.plantprod.com*	Tél. : 905 793-7000 Sans frais : 1 800 387-2449 Téléc. : 905 793-9157
Safety Express	4190, cr. Sladeview Bureaux 1 et 2 Mississauga (Ontario) L5L 0A1 *www.safetyexpress.com*	Tél. : 905 608-0111 Sans frais : 1 800 465-3898 Téléc. : 905 608-0091
Sun Parlour Greenhouse Growers Cooperative	230, route 31 du comté d'Essex Leamington (Ontario) N8H 3W2 *www.sunparlourgrower.com*	Tél. : 519-326-8681 Téléc. : 519-326-3413
The St. George Company (fournisseur des casques Kasco)	C.P. 430 20, prom. Consolidated Paris (Ontario) N3L 3T5 *www.thestgeorgeco.com*	Tél. : 519 442-2046 Sans frais : 1 800 461-4299 Téléc. : 519 442-7191

donner lieu à de fortes concentrations de gaz et à une raréfaction de l'oxygène; c'est le cas des aérosols volatils, des fumigènes et des brumisateurs utilisant des pesticides très toxiques.

Utiliser un appareil de protection respiratoire autonome pour travailler avec des pesticides dont la toxicité est très élevée, particulièrement dans un espace clos.

Autres vêtements de protection

Porter tous les vêtements de protection qui sont recommandés sur l'étiquette.

Équipement de protection individuelle

Prendre connaissance des prescriptions et des recommandations de sécurité qui figurent sur l'étiquette du produit. Le tableau 2–3, *Fournisseurs de vêtements et d'équipement de protection en Ontario,* p. 15, donne une liste des endroits où l'on peut se procurer les vêtements et l'équipement de protection nécessaires.

Entretien des vêtements et de l'équipement de protection

Une fois la pulvérisation terminée, nettoyer tous les vêtements et l'équipement de protection.

Ne jamais laisser les enfants, les animaux de compagnie ni le bétail entrer en contact avec des vêtements ou de l'équipement contaminés. S'assurer de plus qu'ils ne peuvent entrer en contact avec les flaques d'eau laissées par le nettoyage de l'équipement.

Sans enlever les gants, laver ceux-ci à l'eau et au savon, et les garder pour enlever les vêtements et l'équipement de protection.

Toujours enlever ses vêtements de protection et son équipement dehors. Si l'on a épandu un pesticide en granulés, bien secouer les vêtements dans un endroit où cela ne pose pas de risque. Veiller à vider les poches et les revers de manches ou de jambes de pantalon.

Jeter les vêtements qui ont été contaminés par des produits concentrés ou très toxiques. Placer les vêtements contaminés dans un sac en plastique et les apporter au site d'enfouissement.

Ne pas laver les combinaisons de protection et les vêtements portés pendant un traitement pesticide avec d'autres vêtements. Les laver après chaque usage. Une fois bien secs, les placer dans un sac en plastique et les ranger à part.

Les mains toujours protégées par des gants, laver les accessoires de sécurité. Faire ce travail dehors dans toute la mesure du possible. Si l'on ne dispose pas d'une installation de nettoyage à l'extérieur, utiliser des seaux qui ne servent qu'à cela. Les marquer et les ranger à part. Laver l'intérieur et l'extérieur des lunettes de protection, du chapeau, des bottes et de tout vêtement imperméable dans de l'eau tiède savonneuse, bien les rincer et les laisser sécher à l'air.

Respirateurs

Retirer les cartouches et pré-filtres du respirateur.

Jeter les cartouches, les boîtes et les tampons filtrants à la fréquence fixée par le fabricant ou à une fréquence plus rapprochée si la respiration devient difficile ou qu'on décèle une odeur ou un goût de pesticide.

Noter sur les cartouches la date de leur première utilisation.

Retirer les cartouches et tampons filtrants de la pièce faciale et les ranger dans des sacs en plastique propres et hermétiques.

Laver la pièce faciale dans de l'eau tiède savonneuse, la rincer à fond et la faire sécher dans un endroit bien ventilé. Le séchage à l'air prévient les dommages aux valves d'admission et d'évacuation de l'air.

Ne jamais utiliser d'alcool ou d'autres solvants pour nettoyer le respirateur, car ils peuvent altérer le caoutchouc et le plastique.

Bottes et gants en caoutchouc, vinyle ou plastique

Pour que les mains n'entrent pas en contact avec le pesticide, garder les gants pour laver l'extérieur des bottes et des gants avec une solution d'eau et de détergent, puis enlever les gants.

Après avoir enlevé les bottes et les gants, en laver l'intérieur et l'extérieur avec une solution d'eau et

de détergent, rincer à fond et laisser sécher dans un endroit bien aéré.

Lavage des vêtements portés pendant la pulvérisation

Ne jamais laver dans la laveuse automatique des vêtements portés pendant un traitement pesticide avec les vêtements de tous les jours. Il est impératif de les laver et de les ranger à part. Toujours les laver après chaque utilisation. Porter des gants résistants aux produits chimiques pendant la manipulation de vêtements contaminés par des pesticides.

Faire tremper les vêtements avant de les laver, selon l'une des méthodes suivantes :

- rincer grossièrement les vêtements au jet à l'extérieur;
- les laisser tremper à part dans un seau ou une cuve;
- utiliser le cycle de prélavage de la laveuse automatique.

Régler la brassée à l'eau chaude, au plus haut niveau d'eau et au cycle le plus long, et utiliser un détergent puissant. Exécuter un cycle de lavage pour vêtements très sales.

Laver les vêtements deux fois.

Les lavages terminés, étendre les vêtements à l'extérieur (idéalement en plein soleil) et ne les rentrer qu'une fois parfaitement secs. Ne pas utiliser la sécheuse à linge.

Nettoyer la machine à laver en lui faisant faire un cycle complet avec uniquement de l'eau chaude et du détergent (sans vêtements).

Hygiène corporelle

Se laver impérativement les mains avant de manger, de boire ou de fumer.

À la fin de la journée de travail, prendre un bain ou une douche dès que possible. Plus un pesticide reste longtemps sur la peau, plus l'organisme risque de l'absorber.

Se laver les cheveux et se curer les ongles. Se doucher longuement en savonnant généreusement.

Toujours passer des vêtements propres.

Mettre chaque jour des vêtements de travail frais. On peut penser qu'il n'y a pas grand danger à remettre les vêtements de la veille parce qu'ils n'ont été touchés que par une petite quantité de produit chimique; pourtant, en les portant à nouveau, on continue de s'exposer au produit et on augmente les risques pour la santé.

Méthodes d'application

Pulvérisateurs

Les pulvérisateurs ayant un débit suffisant pour bien couvrir le feuillage conviennent pour l'application des insecticides en émulsion.

Si on applique des herbicides, réserver un pulvérisateur pour cet usage. Ne pas appliquer de pesticides à l'aide d'un pulvérisateur ayant déjà servi à des applications d'herbicides.

Pour l'emploi de poudres mouillables, une agitation suffisante est indispensable.

Les pompes doivent pouvoir produire le débit et la pression requises et être compatibles avec le produit pulvérisé.

Garder à l'esprit que plus la pression est forte, plus le risque de dérive est important.

Calibrer chaque série de buses du pulvérisateur au moins deux fois au cours de la saison, car l'usure des buses et des autres pièces modifie la quantité de pesticide débitée.

Vérifier le débit de toutes les buses au moins une fois par année. Remplacer toute buse ayant un débit supérieur de 10 % au débit recherché.

Réglage du pulvérisateur

Aspect très important d'un programme de lutte intégrée, le réglage du pulvérisateur :

- garantit l'application de la quantité correcte de produit;
- assure une application et un recouvrement uniformes;
- réduit au minimum la quantité de bouillie inutilisée qui reste dans le réservoir et dont l'élimination peut être difficile.

Réglage d'un pulvérisateur manuel ou portatif

De nombreuses personnes se servent d'un petit appareil manuel ou portatif pour traiter des zones très infestées ou reprendre des zones qui ont été manquées. Voici comment procéder pour le réglage de ce genre d'appareil :

- Mesurer une superficie de 100 m², p. ex., 10 m × 10 m ou 25 m × 4 m.
- Remplir la cuve du pulvérisateur avec de l'eau. Marquer le niveau sur un bâton à mesurer. Faire fonctionner l'appareil à la pression qui sera utilisée pendant le traitement.
- Pulvériser l'eau sur la superficie de 100 m². Marcher toujours au même rythme en prenant soin de pulvériser aussi uniformément que possible, comme s'il s'agissait du traitement véritable.
- Mesurer la quantité d'eau nécessaire pour remplir le pulvérisateur jusqu'à la marque sur le bâton de mesure. Cette quantité correspond à la quantité pulvérisée sur une superficie de 100 m².

Pour convertir une dose recommandée pour une grande surface en une dose pour surface restreinte, suivre la règle suivante :

Produit sec :	1 kg/ha	=	10 g/100 m²
Produit liquide :	100 L/ha	=	1 L/100 m²

Pour de l'information sur le réglage du pulvérisateur, voir la publication 75F du MAAARO, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*. Voir aussi les formules de calcul pour régler le débit (en anglais seulement); utiliser les mots-clés *sprayer calibration calculator* pour la recherche à partir de la page Web suivante du MAAARO : *www.omafra.gov.on.ca/crops*.

3. Eau, substrat et fertilisation

Introduction

Les végétaux sont constitués d'eau, dans une proportion de 85–90 %, puis de matière organique et de minéraux. La photosynthèse, qui s'effectue dans les feuilles vertes, produit des glucides et ultimement de la matière organique. L'eau et les minéraux (les éléments nutritifs) sont absorbés par les racines qui se forment dans le sol ou le substrat sans sol, et sont diffusés dans toute la plante par l'intermédiaire de tissus spécialisés (qui forment le système vasculaire des plantes) appelés xylème. Le dioxyde de carbone puisé dans l'air et l'énergie de la lumière absorbée par la chlorophylle sont les moteurs de l'activité photosynthétique. La majeure partie de l'eau qui est absorbée (≈ 90 %) se perd par les feuilles et s'échappe dans l'air sous l'effet de la transpiration, essentiellement en raison de la différence de pression de vapeur d'eau entre le milieu interne de la feuille et l'air ambiant. Une petite partie de l'eau sert à la photosynthèse (≈ 1 %) ou devient un constituant de la plante (≈ 9 %). Les glucides (sucres et amidons) sont produits par la photosynthèse et sont véhiculés dans la plante, généralement vers le bas, par les tissus vasculaires, qu'on appelle le phloème.

Eau

L'eau est l'un des éléments les plus importants pour la croissance d'une culture, et c'est souvent celui qu'on néglige le plus. L'eau est le milieu où se produisent les processus chimiques, comme l'absorption des éléments nutritifs et la photosynthèse. Par la transpiration, l'eau agit comme élément refroidissant à la fois pour les végétaux et pour leur environnement. Les deux grands facteurs à considérer sont la quantité et la qualité d'eau dont a besoin la culture.

Absorption

L'absorption de l'eau peut être active ou passive. L'absorption active nécessite de l'énergie (à partir de la respiration des racines). Elle amène un accroissement de la concentration des éléments nutritifs dans les racines, ce qui provoque la pénétration de l'eau aspirée à l'intérieur des racines par osmose.

L'absorption passive de l'eau par les racines se déclenche sous l'effet de la transpiration des feuilles, celles-ci perdant leur eau par les orifices appelés stomates. La vapeur d'eau passe par les stomates d'un milieu où la pression de vapeur d'eau est élevée (en l'occurrence dans les feuilles) à un milieu où la pression est moins élevée (en l'occurrence à l'extérieur des feuilles). Lorsque l'humidité ambiante est très élevée, les plantes perdent moins de vapeur d'eau que lorsque le taux d'humidité est plus faible, puisque, à l'extérieur, la pression de vapeur d'eau est plus élevée (ce qui réduit la différence de pression entre l'intérieur des feuilles et l'air extérieur). La perte d'eau enclenche un processus en chaîne qui fait remonter l'eau par l'intermédiaire du xylème pour remplacer, dans les feuilles, l'eau que celles-ci perdent. En réaction, les poils absorbants des racines vont absorber l'eau dans le sol suivant le même gradient. La quantité d'eau puisée par les racines dépend aussi du niveau d'humidité et de la salinité du sol. L'humidité relative de l'air ainsi que l'humidité et la concentration de sels dans le sol sont les trois facteurs qui influent sur l'absorption de l'eau.

Quantité

Les besoins en eau d'une culture peuvent varier de 0,1 à 7 L d'eau par mètre carré de serre par jour, desquels 90 % doivent être comblés pendant le jour. Cette quantité varie selon l'espèce végétale, la taille des plants, l'humidité relative, l'ensoleillement, la température ou le chauffage et le taux de ventilation. Au moment de dimensionner le système d'irrigation (conduites, pompes, buses), il est recommandé de faire reposer les calculs sur 1 L/m²/h comme débit minimal des conduites et du système d'irrigation. Les besoins annuels totaux en eau d'une serre exploitée à longueur d'année pour la production de cultures à indice foliaire élevé (comme celle de légumes) et où la solution nutritive est recyclée dépassent de 25–35 % les précipitations annuelles d'environ 75 cm que reçoit l'Ontario. Autrement dit, l'eau de pluie recueillie du toit de la serre ne suffit pas à combler les besoins annuels d'une culture. Les besoins en eau sont à leur maximum pendant l'été. Les exploitations serricoles qui prélèvent quotidiennement de grandes quantités d'eau des sources d'eau de surface et d'eaux

souterraines doivent se conformer aux règlements du ministère de l'Environnement (MEO) (permis de prélèvement d'eau) quant à l'utilisation de l'eau.

Permis de prélèvement d'eau
www.ene.gov.on.ca/envision/water/pttw-fr.htm

Permis de prélèvement d'eau

Les prélèvements d'eau en Ontario sont assujettis à la *Loi sur les ressources en eau de l'Ontario* (LREO) et au Règlement sur le prélèvement et le transfert d'eau (Règl. de l'Ont. 387/04).

L'article 34 de la LREO dispose que quiconque prélève plus de 50 000 L d'eau par jour d'un lac, d'un ruisseau, d'une rivière ou d'une source d'eau souterraine (y compris d'un étang alimenté par une source), doit obtenir un permis de prélèvement d'eau du MEO. Les titulaires de permis sont tenus de consigner la quantité d'eau prélevée chaque jour et de faire parvenir ces données annuellement au MEO.

La conservation de l'eau est un aspect important du Programme de réglementation des prélèvements d'eau du MEO.

Les mesures de conservation de l'eau proposées ou prises doivent être documentées au moment de la demande de permis.

Pour plus d'information, se reporter au *Manuel sur les permis de prélèvement d'eau,* au document intitulé *Marche à suivre pour demander un permis de prélèvement d'eau* et aux fiches techniques sur le sujet accessibles en ligne depuis le site *www.ene.gov.on.ca/envision/water/pttw-fr.htm.*

Gestion de l'utilisation de l'eau

L'utilisation efficace de la ressource qu'est l'eau devrait être au cœur des préoccupations des serriculteurs. Les réseaux fermés ou de recirculation des éléments nutritifs sont intrinsèquement les plus efficaces, mais ils ne conviennent pas à tous les systèmes culturaux ou ne sont pas rentables dans toutes les situations. Les producteurs qui utilisent des réseaux ouverts ont le choix d'un certain nombre de façons de procéder. Ils peuvent par exemple adopter un système qui utilise des gouteurs à faible débit pour les cultures florales en pot et un système d'irrigation goutte-à-goutte au moyen de tuyaux perforés pour la culture sur sol de fleurs coupées; ils réduisent ainsi à peu de frais les quantités d'eau et de fertilisants utilisées et atténuent le lessivage des éléments nutritifs hors de la zone racinaire. Ils peuvent aussi réduire la consommation d'eau et de fertilisants en intégrant mieux les conditions du milieu de croissance (lumière, température et humidité) en fonction de la culture et de son état de développement. Il est bon de surveiller la composition de l'eau de percolation qui se retrouve dans l'étang d'irrigation, le marécage artificiel ou la bande filtrante de végétation avant d'évacuer l'eau de percolation dans l'environnement. Des règlements sont en place tant au palier fédéral qu'au palier provincial pour protéger les cours d'eau et les organismes aquatiques des effluents dangereux.

Qualité

Outre que l'approvisionnement en eau doit être abondant et fiable, la qualité de l'eau doit respecter certains critères, les plus importants étant :

- la concentration des particules en suspension, qui peuvent encrasser le matériel d'irrigation ou laisser des résidus sur les feuilles si la culture est irriguée par aspersion;

- la quantité des composés ou éléments chimiques dissous, qui peuvent influencer la croissance et la nutrition des plantes.

C'est le deuxième de ces critères (la quantité de composés chimiques dissous) qui cause le plus de soucis aux producteurs. Les critères applicables à la qualité de l'eau dépendent de plusieurs facteurs :

- Le système de culture ou d'irrigation utilisé. Utilise-t-on un système ouvert avec irrigation aérienne (culture sur sol ou substrat, sans recyclage de la solution), un système fermé avec sub-irrigation (culture en pots, avec recyclage de la solution nutritive) ou la technique de culture sur film nutritif.

- Les normes de qualité de l'eau. Elles sont plus strictes dans un système fermé (avec recyclage) à cause du risque d'accumulation dans la solution de certains ions, comme les ions sodium et les ions chlorures, et du risque accru de propagation des maladies des racines.

- La qualité du drainage. Il faut pouvoir évacuer la grande quantité d'eau nécessaire à d'éventuels lessivages du substrat ou du sol.

- Les cultures et leurs besoins particuliers ou leur sensibilité particulière à certains éléments comme le bore, le fluorure, le zinc, etc.

Dans une serre avec irrigation aérienne (par aspersion) sans recyclage de l'eau, une simple analyse de l'eau suffit à en déterminer la qualité. Cette analyse doit mesurer la conductivité électrique (CÉ) et titrer les ions hydrogène (pH), le sodium (Na^+), les chlorures (Cl^-) et les sulfates (SO_4^{2-}). Dans une serre avec sub-irrigation ou dans une serre avec recyclage de l'eau, une analyse complète de l'eau est conseillée, avec titrage des bicarbonates (HCO_3^-) et des oligo-éléments comme le fer (Fe^{2+}, Fe^{3+}), le bore (B), le zinc (Zn^{2+}), le manganèse (Mn^{2+}) et le cuivre (Cu^{2+}).

Conductivité électrique (CÉ)

La conductivité électrique (CÉ) est la mesure de la concentration totale d'ions (charge ionique totale) dans une solution. La charge ionique totale (souvent appelée aussi salinité totale ou teneur en sels solubles) se détermine à l'aide d'un conductimètre. À une charge ionique élevée correspond une CÉ élevée. La CÉ d'une solution est mesurée au moyen de deux électrodes de 1 cm^2 chacune, éloignées de 1 cm. Elle est exprimée en millimhos/centimètre (mmho/cm) ou en millisiemens/centimètre (mS/cm ou dS/m) à 25 °C, température de référence. La teneur en sels solubles s'exprime également par la concentration ionique en équivalent-poids par litre (eq/L ou meq/L), des unités qui traduisent l'importance de la charge constituée par tous les ions présents dans la solution.

Pour convertir les meq/L en mS/cm et inversement* :

- 1 meq/L ≈ 0,055 mS/cm ≈ 55 µS/cm
- 1 mS/cm = 1 000 µS/cm ≈ 18,2 meq/L

* Le « m » signifie milli (0,001 ou 1 millième) et le « µ », micro (0,000001 ou 1 millionième).

À noter qu'un conductimètre ne mesure pas la concentration des différents ions, mais la somme de toutes les charges ioniques. Plus la valeur de CÉ est élevée, plus la concentration d'ions dans la solution l'est également, ce qui rend plus difficile l'absorption par les plantes de l'eau contenue dans la solution, à cause de la succion osmotique accrue. Le conductimètre doit être étalonné périodiquement avec une solution-étalon ayant une valeur de CÉ connue. Par exemple, une solution titrant 0,01 M (mole) de chlorure de potassium (KCl), obtenue par dissolution de 0,74 g de KCl dans 1 L d'eau, possède une CÉ de 1,4 mS/cm à 25 °C. Au bout de plusieurs utilisations, le conductimètre affiche des lectures sous-estimées à cause de l'oxydation de ses électrodes. Nettoyer ces dernières en les plaçant dans une solution acide (pH de 1,0–2,0) pendant toute une nuit. Si l'appareil n'a pas été corrigé à 25 °C, augmenter les valeurs obtenues de 2 % pour chaque 1 °C de moins que 25 °C.

Le tableau 3–1, *Classement de la qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique (CÉ) et de certaines concentrations,* sur cette page, donne un classement général de la qualité de l'eau. Il est à noter qu'un échantillon d'eau ne peut être classé dans une catégorie donnée que s'il satisfait à tous les critères de la catégorie.

Tableau 3–1. Classement de la qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique (CÉ) et de certaines concentrations

Cat.	CÉ (mS/cm)	Sodium (Na^+) (ppm)	Chlorures (Cl^-) (ppm)	Sulfates (SO_4^{2-}) (ppm)
1	< 0,5	< 30	< 50	< 100
2	0,5–1,0	30–60	50–100	100–200
3	1,0–1,5	60–90	100–150	200–300

Source : L'information présentée dans ce tableau a été colligée sur de nombreuses années par les spécialistes de la serriculture du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAARO).

Une eau de catégorie 1 convient à toutes les formes d'irrigation. La plupart des eaux provenant des lacs Érié et Ontario entrent dans cette catégorie. L'eau de catégorie 2 ne convient qu'à des cultures sur substrat ou sol qui peut être convenablement lessivé. Elle ne convient pas aux plantes cultivées sur film nutritif ni aux plantes sensibles aux sels cultivées dans les systèmes avec sub-irrigation (irrigation souterraine). Les eaux de catégorie 3 ne sont pas recommandées pour les espèces sensibles aux sels (comme la primevère, la violette africaine, le gloxinia), ni aux cultures dont on limite le développement racinaire ou dont la solution nutritive est recyclée. Si la teneur en sels dépasse 1,5 mS/cm, l'eau est de qualité limite pour les cultures en serre. Dans certains cas, les plantes réussiront à pousser, mais leur rendement sera

médiocre. Comparativement aux chlorures (Cl^-), le seuil de concentration toxique du sodium (Na^+) est bas, parce que le sodium a tendance à être absorbé par les particules de sol ou d'humus et à s'accumuler ainsi dans le sol ou le substrat. Cette concentration de sodium peut entraver l'absorption du potassium, du calcium et du magnésium. Les chlorures ont moins tendance à s'accumuler dans le sol ou le substrat en raison de leur charge négative. Certaines cultures sont sensibles aux chlorures (p. ex., concombre, azalée, lis). Dans l'eau des puits de la plupart des régions de l'Ontario, les concentrations de sodium sont faibles, tandis que les concentrations de sulfates peuvent être relativement élevées à cause de la présence de gypse dans les nappes aquifères. La plupart des cultures n'ont pas besoin de plus de 100 ppm de sulfates (33 ppm de soufre élémentaire) pour répondre à leurs besoins en soufre.

Pourquoi mesurer la CÉ des substrats ou des solutions

La CÉ n'indique rien sur les éléments qui sont présents ni sur leur quantité, mais elle donne une idée globale de la valeur nutritive de la solution. Une CÉ élevée indique que la solution est riche en ions dissous, et que l'eau sera plus difficilement absorbable par les racines des plantes. Si la CÉ est excessive, les racines peuvent se déshydrater, se détériorer et mourir. Cette situation se produit généralement lorsque le sol ou le substrat n'est pas suffisamment lessivé, que les plants sont surfertilisés ou que l'eau d'irrigation est de mauvaise qualité (CÉ élevée). Le feuillage peut être vert foncé et sous-développé et les plants peuvent se flétrir pendant les parties les plus chaudes ou les plus ensoleillées de la journée bien que le substrat ne soit pas sec. Plus grave encore, les racines peuvent brunir et comporter très peu de nouvelles racines blanches actives, sinon aucune.

Une CÉ faible indique une solution pauvre en ions dissous, et donc une absorption de l'eau plus facile pour les racines. Les plants sont habituellement plus luxuriants et peuvent en fait même être légèrement sous-fertilisés étant donné qu'il n'y a pas autant d'éléments nutritifs biodisponibles. Toutefois, la croissance des racines sera favorisée. Une faible CÉ induit souvent une carence en un des macro-éléments (azote, phosphore, potassium, calcium, magnésium et soufre).

Comment mesurer la CÉ d'un substrat

Les quatre grandes méthodes pour déterminer la CÉ d'un échantillon de substrat sont :

- la méthode de l'extrait de substrat saturé;
- la méthode Spurway de l'extrait de substrat dilué (1 partie de substrat pour 2 parties d'eau);
- la méthode de l'eau de percolation (« Pour-through »);
- la méthode du pressage.

La méthode de l'extrait de substrat saturé et la méthode Spurway consistent à ajouter de l'eau à un échantillon de substrat prélevé dans la zone racinaire, puis à en extraire l'eau et à mesurer la CÉ de la solution obtenue. Avec la première de ces méthodes, le substrat est entièrement saturé d'eau, tandis qu'avec la deuxième, il est seulement dilué à raison d'un volume d'eau pour deux volumes de substrat. Ce sont les techniques le plus couramment employées dans les laboratoires d'analyse. En Amérique du Nord, la méthode de l'extrait de substrat saturé est le plus couramment utilisée par les laboratoires universitaires et privés pour l'analyse des substrats utilisés dans les serres. Elle donne une valeur de CÉ qui est habituellement environ deux fois et demie plus élevée que celle qui est obtenue avec la méthode Spurway.

La méthode de l'eau de percolation consiste à mouiller le substrat en versant de l'eau distillée ou déionisée par le haut du pot et à recueillir les 50 premiers millilitres de la solution qui s'en écoule (eau de percolation) pour en mesurer la CÉ et le pH. Cette méthode est rapide et très utile pour une surveillance maison effectuée sur place, à condition cependant de verser l'eau uniformément et sur toute la surface du substrat. Elle risque aussi de surestimer les valeurs de la CÉ lorsque les pots sont vieux (surtout s'ils sont irrigués par le bas), parce que la teneur en sels est élevée dans la partie supérieure du substrat, alors qu'elle peut en fait être plus faible dans le bas. Pour que cette méthode soit fiable, il faut s'assurer de bien mouiller le substrat.

Une autre méthode de surveillance maison, le pressage, consiste à retirer les plants du pot et à presser la moitié inférieure de la motte entourant la racine pour en extraire la solution nutritive. On obtient ainsi un liquide assez représentatif de la solution de sol qui baigne les racines en croissance. Cette méthode est très utilisée pour surveiller la CÉ des substrats dans les plateaux de semis alvéolés. À cause du petit volume de solution extrait, la méthode du pressage oblige à

utiliser un conductimètre capable de lire la CÉ dans seulement 1–2 gouttes de liquide. On doit mouiller passablement le substrat pour être en mesure d'en extraire une solution.

Interprétation des lectures de la CÉ

Les besoins nutritifs d'une culture varient suivant son stade phénologique (stade de développement). On distingue essentiellement trois stades. Au cours du premier, qui correspond à la germination et à l'enracinement des boutures, les besoins sont faibles. Au stade suivant, au plus fort de la croissance végétative, les besoins sont élevés. Enfin, au troisième stade, quand les plants parviennent à maturité, les besoins diminuent. En règle générale, les plants se conserveront mieux dans le commerce si, vers la fin de leur séjour en serre, on abaisse les niveaux d'éléments nutritifs (et si l'on réactive le système racinaire); c'est le cas notamment du chrysanthème et du poinsettia. Par contre, certaines cultures, comme le lis de Pâques, se conservent mieux si elles sont fertilisées jusqu'à leur sortie de la serre.

Le tableau 3–2, *Niveaux relatifs de CÉ nécessaires aux cultures de serre en croissance active déterminés à partir de l'eau de percolation et de l'extrait saturé,* sur cette page, indique les niveaux de CÉ conseillés à chaque phase de croissance active de différentes cultures en pot. Au cours des première et dernière phases de croissance, la CÉ doit être abaissée d'environ 1,0 mS/cm. On prélève chaque semaine des échantillons dans cinq pots par zone représentative. On fait la moyenne et on note le résultat.

- Si la CÉ est trop basse, l'élever par un apport accru d'engrais.

- Si la CÉ est trop élevée, l'abaisser en lessivant le sol avec de l'eau claire. Si la culture est irriguée par le dessus, ajouter l'eau par le haut. Appliquer suffisamment d'eau pour saturer le substrat, afin d'accroître la solubilité des sels excédentaires. Attendre 1–2 heures et employer suffisamment d'eau fraîche pour faire descendre la solution ayant une CÉ élevée et la faire sortir du pot. Une forme de lessivage peut aussi être utile dans les systèmes avec sub-irrigation, mais au lieu de chasser les sels hors du substrat, ceux-ci sont forcés à remonter dans la partie supérieure du substrat, laquelle est exempte d'activité racinaire. Il est important de vérifier si les teneurs élevées en sels se situent dans la zone des racines ou uniquement dans la partie supérieure du substrat (phénomène normal en culture avec sub-irrigation, qui n'a aucune incidence sur les racines). Si la CÉ est élevée dans la zone racinaire active, de l'eau claire envoyée dans le réseau de sub-irrigation fera remonter les sels dans le sol.

Les cultures élevées sous faible luminosité, en automne et en hiver, ont besoin d'une CÉ plus élevée que durant l'été, parce qu'elles transpirent moins et donc absorbent moins d'eau et d'engrais. L'été, il est important de compenser le taux de transpiration élevé et l'absorption d'eau accrue par un abaissement de la CÉ de la solution nutritive (solution fertilisante). L'été, la CÉ de la solution fertilisante alimentant le réseau de sub-irrigation devrait être réduite de 30–40 % par rapport à ce qu'elle est durant l'hiver.

Tableau 3–2. Niveaux relatifs de CÉ nécessaires aux cultures de serre en croissance active déterminés à partir de l'eau de percolation et de l'extrait saturé

Besoins en éléments nutritifs	Extrait de substrat saturé (mS/cm)	Eau de percolation (mS/cm)	Cultures
Faibles	0,75–2,0	1,0–2,6	Azalée, bégonia, calcéolaire, calla, cinéraire, cyclamen, gerbera, gloxinia, impatiente, orchidée, primevère, streptocarpe, violette africaine
Moyens	1,5–3,0	2,0–3,5	Cactus de Noël *(Schlumbergera)*, calibrachoa, plantes du genre *Clerodendrum*, dahlia, exacum, pélargonium, hibiscus, kalanchoe, rosier
Élevés	2,0–3,5	2,6–4,6	Chrysanthème, géranium, lis, poinsettia

Source : L'information présentée dans ce tableau a été colligée sur de nombreuses années par les spécialistes de la serriculture du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO).

Le pH et son rôle

Le pH est une mesure inverse (ou logarithme négatif) de la concentration des ions hydrogène (H^+) dans une solution. En grande quantité, les ions H^+ donnent un pH faible, tandis qu'en faible quantité, ils donnent un pH élevé. L'échelle du pH s'étend de 1 à 14. Un pH inférieur à (<) 7,0 est acide et un pH supérieur à

(>) 7,0 est basique (ou alcalin), 7,0 correspondant à un pH neutre. Plus le pH est élevé, plus la solution est basique, et plus il est bas, plus elle est acide. Chaque unité de l'échelle de pH représente un facteur de variation de 10 dans la concentration des ions H^+.

Alcalinité

L'alcalinité exprime la capacité de l'eau de neutraliser les acides ou les ions hydrogène. Il y a un rapport entre le pH et l'alcalinité, puisque celle-ci détermine le pouvoir tampon de l'eau; l'alcalinité définit la résistance de l'eau à un changement de pH. Le plus souvent en Ontario, l'ion qui influence le plus l'alcalinité est l'ion bicarbonate. En Ontario, il n'est pas rare que l'eau compte plus de 200 ppm de bicarbonates, qui proviennent de son passage à travers une couche calcaire du sous-sol (carbonates de calcium et de magnésium). Dans ce cas, la forte concentration de bicarbonates neutralise les ions hydrogène, ce qui fait baisser la concentration d'ions H^+, et par conséquent élève le pH. Bien qu'il existe en général un lien entre le pH et la teneur en bicarbonates, il est important de savoir que ce lien n'est pas spécifique. Par conséquent, on doit connaître la concentration de bicarbonates dans la source d'approvisionnement en eau si l'on veut pouvoir déterminer la quantité d'acide nécessaire pour neutraliser le pH.

Les laboratoires offrant des services d'analyse aux serriculteurs déclarent l'alcalinité de différentes façons. Les laboratoires de l'Ontario expriment l'alcalinité en ppm de bicarbonates présents dans l'eau, tandis que d'autres l'expriment, par exemple, en mg de $CaCO_3$/L ou, le plus souvent, en milléquivalents (meq) d'alcalinité. Voici le rapport entre ces unités :

- 61 ppm de bicarbonates = 50 ppm d'alcalinité = 1 meq d'alcalinité

En quoi la teneur en bicarbonates ou l'alcalinité modifie-t-elle le pH du substrat?

Quand la concentration de bicarbonates ou l'alcalinité est élevée, le pH augmente rapidement quand de grands volumes d'eau sont appliqués par irrigation de surface (par le haut) et qu'il se produit un lessivage important, ou par sub-irrigation sans possibilité de lessivage. C'est que la teneur en bicarbonates habituelle de l'eau des puits ou des eaux de surface de l'Ontario possède un pouvoir tampon dépassant largement l'acidité ou l'alcalinité des engrais utilisés pour fertiliser les cultures.

Comment mesurer le pH

On mesure le pH d'une solution selon trois méthodes principales :

- Le papier de tournesol, la méthode la moins coûteuse (mais également la moins précise), qui consiste à tremper le papier dans la solution et à en comparer la couleur à des codes de couleur correspondants à différentes fourchettes de pH.

- Le pH-mètre de poche, en forme de stylo, de coût raisonnable, relativement précis, facile à transporter sur soi dans la serre. Il suffit de tremper la sonde dans la solution et de noter la valeur de pH qui s'affiche sur l'écran numérique.

- Les pH-mètres à électrodes, appareils les plus précis, et les plus coûteux, qui demandent le plus d'entretien. Ils donnent une mesure rapide du pH. On plonge la sonde à pH directement dans la solution et on l'y laisse jusqu'à ce que la lecture se stabilise. La plupart des pH-mètres haut de gamme effectuent une compensation en fonction de la température, bien que celle-ci n'ait qu'une faible incidence (entre 0,1 et 0,3 unité). On doit rincer la sonde entre chaque échantillon. L'étalonnage est très important. Les sondes à pH ne sont pas aussi stables que les sondes à CÉ. Les régler au moins toutes les semaines à l'aide de solutions-étalons correspondant à des pH de 4,0 et de 7,0. Garder les sondes à pH propres, les entreposer dans un liquide et les remplacer plus souvent que les sondes à CÉ.

Vérifier le pH du substrat à partir de l'extrait aqueux ou boueux ayant servi à mesurer la CÉ. Le substrat doit avoir été dilué ou saturé avec de l'eau distillée, car de nombreuses sources d'eau contiennent des composés qui ont un pouvoir tampon (p. ex., les bicarbonates) susceptible de modifier le pH.

Pourquoi mesurer le pH

Quoique les ions hydrogène ne soient pas à proprement parler des éléments nutritifs, le pH influe sur la solubilité et par conséquent sur la biodisponibilité des autres éléments nutritifs (particulièrement les oligo-éléments). Par exemple, la plupart des ions positifs (cations) comme le fer, le manganèse et le

calcium ainsi que les phosphates sont plus solubles à des pH plus faibles (et par conséquent plus facilement assimilables par les végétaux) lorsque le pH est plus bas. Inversement, à des pH plus élevés, ces ions peuvent se fixer sous des formes non assimilables. Le molybdène pour sa part est plus facilement assimilable à un pH plus élevé. Le pH influence aussi directement la colonisation du sol par certains organismes pathogènes qui risquent de nuire aux végétaux.

Chaque culture a, à l'égard du pH, une sensibilité spécifique qui procède de sa sensibilité à l'excès ou au manque de certains oligo-éléments. Par exemple, un pH < 5,5 peut entraîner une accumulation phytotoxique d'éléments nutritifs comme le manganèse et le fer chez le tagète, le géranium et le zygocactus. Chez d'autres espèces, comme l'azalée et l'hydrangée, un pH bas est nécessaire pour assurer l'absorption maximale de fer et d'aluminium, des éléments indispensables à la bonne coloration des feuilles et des fleurs. Un pH de 5,5–6,5 est considéré optimal pour la plupart des espèces cultivées dans des mélanges sans sol constitués de matière organique à plus de 50 %. Le tableau 3–3, *Fourchettes de pH optimales pour différentes cultures,* sur cette page, indique les cultures qui requièrent des fourchettes de pH optimales très précises.

Tableau 3–3. Fourchettes de pH optimales pour différentes cultures

Culture	Fourchette optimale
Tagète, géranium, célosie, lis de Pâques	6,0–6,6 (± 0,2)
Pensée, pétunia, muflier, pervenche, sauge, hydrangée bleue, calibrachoa, pétunia, bacopa	5,4–5,8
Azalée	4,8–5,4

Source : L'information présentée dans ce tableau a été colligée sur de nombreuses années par les spécialistes de la serriculture du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAARO).

Autres facteurs dont il faut tenir compte :

- Les cultures sensibles à un pH faible, comme le géranium et le tagète, demandent un pH légèrement plus élevé.

- Le pétunia, le calibrachoa, le bacopa et le scaevola étant sujets à des carences en fer, le substrat devrait avoir un pH inférieur à 5,8.

- Les cultures comme le chrysanthème en pot, qui ont tendance au bout d'un certain temps à élever le pH, doivent avoir un pH bas au début de leur culture.

- Le stade phénologique (âge) de la culture doit être pris en compte. À la floraison, le pH n'est souvent pas aussi important qu'il l'est au début de la croissance.

- Les engrais utilisés agissent aussi sur le pH de la solution nutritive et du substrat. Il est important de savoir si l'engrais complet utilisé est acidifiant ou alcalinisant. L'acidité potentielle d'un engrais est indiquée sur l'emballage par le nombre de kilogrammes de chaux calcique par tonne d'engrais. Si l'engrais a une action alcalinisante, l'étiquette en indique l'alcalinité potentielle.

À cause de la teneur en bicarbonates de la plupart des eaux de puits et des eaux de surface de l'Ontario, la plupart des producteurs corrigent maintenant le pH de l'eau d'irrigation à l'aide d'acide phosphorique, nitrique ou sulfurique, de manière à maintenir le pH du substrat à tout au plus 6,2. Étant donné que bien des producteurs sont tenus de récolter l'eau de pluie, il est habituellement recommandé de mélanger cette eau avec de l'eau de surface afin de mieux maîtriser le pH des solutions fertilisantes.

Correction du pH

Eau d'irrigation

Pour bien des petits producteurs, la meilleure façon de procéder est d'injecter l'acide à l'aide d'injecteurs d'engrais. Ils doivent cependant s'assurer que l'injecteur est conçu pour les acides. D'autres producteurs préfèrent installer des sondes à pH en ligne (dans le réseau d'irrigation) qui commandent un doseur à acide. Les deux méthodes donnent de bons résultats. Le tableau 3–4, *Volume d'acide nécessaire pour neutraliser 61 ppm de HCO_3^- (1 mmol/L) par 100 000 L d'eau,* p. 26, indique les doses d'acide nécessaires.

Il est recommandé de laisser environ 60 ppm de bicarbonates dans l'eau d'irrigation, pour faire tampon et pour parer à d'éventuelles erreurs légères dans les calculs relatifs à la composition de l'eau ou dans les dosages. Par conséquent, si le niveau initial de bicarbonates est de 240 ppm, il faudrait neutraliser environ 180 ppm, et donc multiplier par trois la quantité d'acide indiquée dans le tableau 3–4.

Pour chaque mmol de bicarbonates/L ou meq/L qui est neutralisé par un acide, on doit ajouter à la solution :

- 14 ppm d'azote (sous forme de nitrate), si l'on utilise l'acide nitrique;
- 31 ppm de phosphore (soit 71 ppm P_2O_5), si l'on utilise l'acide phosphorique;
- 16 ppm de soufre (soit 48 ppm de sulfates), si l'on utilise l'acide sulfurique.

Tableau 3–4. Volume d'acide nécessaire pour neutraliser 61 ppm de HCO_3^- (1 mmol/L) par 100 000 L d'eau

Acide	Densité relative (kg/L)	Volume d'acide (L)
Phosphorique (85 %)	1,7	6,8
Nitrique (67 %)	1,5	6,6
Sulfurique (93 %)	1,8	2,8

Substrats

Si le pH est trop bas, appliquer une ou plusieurs des mesures suivantes, en gardant à l'esprit qu'il est difficile de hausser le pH :

Mélanges sans sol

- Cesser d'acidifier l'eau d'irrigation.
- Fertiliser avec un engrais à action alcalinisante (riche en azote des nitrates).
- Utiliser une solution-mère de bicarbonate de potassium (100–200 kg/1 000 L), qui sera diluée à 1:100. La solution-fille doit avoir une CÉ d'environ 1,5–2,0 mS/cm.
- Si l'on utilise de la chaux, la quantité à ajouter dépend du type d'ingrédients du substrat et de leurs proportions. La mousse de sphaigne (pH de 3,5–4,5) et l'écorce (pH de 4,0) sont acides. La quantité de chaux nécessaire pour neutraliser la mousse de sphaigne et la faire passer d'un pH de 3,5 à 5,5 est d'environ 6–7 kg par m^3 de mousse de sphaigne. Les mélanges sans sol comportent souvent des matériaux alcalins de type argile cuite, notamment le Haydite et le Crackpot, ou du sable. On diminue normalement la quantité de chaux quand on utilise des additifs argileux à pH élevé. On doit vérifier le pH après la préparation du substrat mais avant les semis ou repiquages. Le pH d'un substrat humide fraîchement préparé continuera de s'élever pendant une dizaine de jours.

Sol

- Pour élever le pH de 1 point, utiliser 4,8 kg de chaux par 100 m^2.
- Pour un sol riche en argile ou en matière organique, augmenter d'environ 25 % la quantité recommandée.
- De deux à trois semaines après le chaulage, vérifier le pH du sol pour voir s'il est au niveau souhaité. Plus la chaux est fine, plus elle réagit rapidement avec le sol.
- La vitesse d'élévation du pH est aussi influencée par la température, l'humidité et l'aération du sol. L'élévation est plus rapide dans les sols ou substrats sans sol qui sont chauds, humides et bien aérés.
- L'utilisation de chaux hydratée dans les serres comporte certains inconvénients graves, car la chaux réagit très activement et très rapidement. Comme il est difficile de répartir cette chaux dans le sol, son utilisation est très limitée. On s'en sert quand même souvent pour répondre en partie aux besoins en chaux des substrats sans sol afin que le pH puisse être modifié rapidement et que le substrat puisse servir à la culture.

Si le pH du sol ou du substrat est trop élevé, on peut l'abaisser mais ce n'est pas simple. Une ou plusieurs des méthodes suivantes peuvent y contribuer :

- Augmenter l'acidité de l'eau d'irrigation. Habituellement, il n'y a pas de danger à abaisser le pH de la solution nutritive à 5,2 ou 5,4, en y maintenant une concentration de 30–60 ppm de bicarbonates (voir plus haut). L'objectif est d'offrir aux racines une solution acide qui favorisera l'absorption des oligo-éléments jusqu'à ce que le pouvoir tampon de la solution fertilisante élève le pH.
- Cesser d'utiliser des engrais à réaction alcalinisante, comme le nitrate de calcium.
- Utiliser plus d'engrais à base d'ammonium.

- Arroser abondamment le sol à l'aide d'une solution renfermant 5 kg de sulfate de fer/1 000 L d'eau. Ne pas oublier de rincer légèrement le feuillage immédiatement après ce traitement pour éviter qu'il ne brûle.

- Utiliser du soufre à raison de 15 kg de soufre élémentaire par 1 000 L d'eau. Ce traitement met de trois à quatre semaines à faire effet.

Voir aussi le tableau 3–5, *Correction du pH du sol.*

Tableau 3–5. Correction du pH du sol

Matériau	kg/100 m² pour abaisser le pH de 0,5 à 1 unité*	Vitesse d'abaissement du pH
Soufre microfin	2,5	Lente
Sulfate d'aluminium	15	Rapide
Sulfate de fer	15	Moyenne

* Doses pour sols légers à moyens. Pour les sols plus lourds renfermant davantage de matière organique, augmenter la dose d'un tiers. Les doses par m³ de terreau d'empotage correspondent à la moitié des doses recommandées ci-dessus.

Substrats artificiels (mélanges sans sol)

En serriculture commerciale, les mélanges sans sol ont remplacé les mélanges à base de terre ou de terreau. Qu'ils soient destinés à la croissance, à la multiplication, à la culture en contenant, à la culture sur banquettes ou même à la production de fleurs coupées, les substrats contiennent de moins en moins de terre proprement dite et de plus en plus d'ingrédients artificiels. Les mélanges artificiels sont vendus soit prêts à l'emploi en sacs, en balles ou en vrac, soit sous forme d'ingrédients à mélanger.

Pourquoi utiliser des mélanges sans sol

Voici les avantages que présentent les mélanges sans sol par rapport aux terreaux traditionnels :

- La qualité est uniforme et constante d'un lot à l'autre.

- La plupart des substrats sont considérés comme exempts de maladies et d'insectes, ce qui réduit les besoins et les coûts de pasteurisation. Ils sont aussi généralement considérés comme étant exempts de graines de mauvaises herbes.

- Ils sont moins susceptibles que les mélanges à base de terre des champs d'être contaminés par des résidus d'herbicides.

- Les ingrédients d'un mélange sans sol sont faciles à se procurer et la plupart sont plus légers que la terre.

- Les mélanges sans sol ont une plus grande porosité et retiennent plus d'eau que les mélanges à base de terre.

Rôles d'un bon substrat

Un bon substrat doit remplir quatre rôles fondamentaux :

- fournir le milieu nécessaire à l'ancrage du système racinaire;
- emmagasiner l'eau destinée à être absorbée par les racines;
- offrir un milieu-tampon pour les éléments nutritifs qui seront absorbés par les racines;
- fournir l'oxygène (par ses interstices remplis d'air) nécessaire à la respiration des racines.

Ingrédients courants

Mousse de sphaigne

Il s'agit de l'un des matériaux les plus largement utilisés, en raison de ses caractéristiques physiques et de son prix. La mousse de sphaigne est une plante primitive qui pousse dans les tourbières. Tandis que la partie aérienne de la plante continue de pousser, la partie souterraine meurt et se décompose en tourbe. Les feuilles de mousse sont composées de cellules vivantes qui peuvent contenir de la chlorophylle ou non, de même que des cellules de « sphaigne » mortes qui contiennent de l'eau et de l'air. Les cellules de sphaigne mortes ont ceci de particulier qu'elles absorbent et véhiculent l'eau. Leurs parois lignifiées les empêchent de s'effondrer lorsqu'elles s'assèchent. L'eau contenue dans ces cellules est absorbée par capillarité. Du fait de leur tensio-activité et de leur charge généralement négative, les cellules des feuilles et des tiges sont capables d'adsorber les éléments nutritifs (p. ex., les ions positifs) à la manière des particules d'argile. Les éléments nutritifs peuvent aussi être absorbés dans les cellules de sphaigne sous forme d'ions dissous dans l'eau.

Une tourbière de mousse de sphaigne présente une couche superficielle, une couche moyenne et une

couche profonde. À cause du mode de croissance de la mousse de sphaigne, la mousse la plus vieille, la plus décomposée, se trouve au fond. Elle est de la couleur la plus sombre et est faite des particules les plus fines. La couche superficielle est plus jaunâtre et de texture plus grossière. Plus la mousse est grossière, plus son poids volumique apparent est faible, plus les interstices sont grands, plus sa capacité de rétention d'eau est faible (par unité de volume) et plus, par conséquent, sa qualité est grande.

La méthode de récolte de la mousse joue un rôle important dans la répartition de la taille des particules. La récolte peut se faire par aspiration ou par taillage de blocs. La récolte par aspiration consiste à fragmenter la surface de la tourbière, à la laisser sécher et à aspirer les fragments. La récolte en blocs consiste à prélever la mousse par gros morceaux qu'on laisse sécher pendant l'hiver. Le printemps suivant, on effrite les blocs et on emballe le produit. La récolte en blocs de la mousse donne un produit plus grossier que la récolte par aspiration. Ce produit est généralement considéré comme étant celui qui est de la meilleure qualité, mais il est aussi plus cher.

La capacité d'échange cationique (CÉC) indique la quantité de cations qui peuvent être adsorbés par unité de poids et la façon dont leur assimilation par les végétaux sera régulée (tamponnée). En raison de sa forte CÉC, la mousse de sphaigne constitue une bonne réserve d'éléments nutritifs et un bon milieu-tampon. La mousse de sphaigne pure, toutefois, contient très peu d'éléments nutritifs, comme le montre la conductivité électrique mesurée sur extrait de substrat saturé (CÉ < 0,5 mS/cm).

En raison de son pH naturellement bas (3,5–4,5), la mousse de sphaigne est considérée comme exempte d'organismes pathogènes actifs, bien qu'elle puisse receler des spores dormantes ou des graines de mauvaises herbes.

Le coût modique de la mousse de sphaigne par unité de volume en fait l'un des ingrédients les plus utilisés dans les mélanges. Normalement, les mélanges commerciaux et ceux que les producteurs préparent eux-mêmes renferment de 50 à 100 % de mousse de sphaigne. La mousse de sphaigne généralement offerte sur le marché en Ontario a été comprimée. Elle prend de 40 à 60 % d'expansion selon le degré de compactage.

Vermiculite

La vermiculite est un produit apparenté au mica qui a été expansé par exposition à une très haute température (900 °C). Ce matériau peut être comparé aux particules d'argile, sauf qu'il a perdu ses capacités de gonfler et de rétrécir. Il possède une capacité d'échange cationique (CÉC) élevée, semblable, à poids égal, à celle de la mousse de sphaigne, et une très forte concentration d'ions potassium et magnésium. La vermiculite améliore la macroporosité (ou porosité non capillaire) du substrat, lui procure une meilleure structure (ce qui réduit son rétrécissement) et en facilite la réhumidification. Elle peut également absorber de l'eau à l'intérieur, entre les plaquettes. Son pH est voisin de la neutralité et son poids volumique apparent de 80–100 kg/m^3. On trouve en général trois types de vermiculite sur le marché, selon la taille des particules : grossière, fine et ordinaire. La vermiculite est extraite de mines situées en Afrique du Sud, aux États-Unis, en Chine et au Brésil.

Perlite

La perlite est un silicate d'aluminium d'origine volcanique qui a été porté à environ 1 000 °C. Constituée de cellules fermées, remplies d'air, elle ressemble à du maïs éclaté. L'eau est retenue principalement à la surface des particules et, dans une moindre mesure, à l'intérieur. Ce matériau inerte est surtout ajouté au substrat pour en améliorer l'aération et le drainage ainsi que la stabilité structurale. Son pH est d'environ 7,0 tandis que sa CÉC est négligeable. Son poids volumique apparent est semblable à celui de la vermiculite ou de la mousse de sphaigne, soit environ 100 kg/m^3.

Fibre de coco

La fibre de coco est la moelle de la fibre grossière qui constitue un sous-produit de l'extraction des longues fibres de lignine de l'enveloppe externe du fruit. Avant sa transformation en des produits destinés à l'horticulture, la fibre de coco est en général lavée à l'eau claire afin de la débarrasser de l'excédent d'ions sodium et d'ions chlorures. La fibre de coco possède une forte capacité de rétention d'eau (de huit à neuf fois son poids sec). Elle possède d'excellentes propriétés mouillantes et une forte capacité d'échange cationique. Son pH oscille en général autour de 5,7 et 6,5. Avant d'utiliser la fibre de coco, les producteurs devraient toujours s'assurer qu'elle a été suffisamment lavée et débarrassée des concentrations éventuellement élevées

de sodium et de chlorure en vérifiant la CÉ d'un échantillon de chaque chargement. La fibre de coco est offerte sous forme soit de briques comprimées de 1 L qui représentent 8–9 L de matière décomprimée, soit de fragments ou de plaques de 1 m conditionnées dans des manchons de plastique aux fins de la production de légumes de serre. Les briques comprimées qui ne prennent pas l'expansion voulue quand on les mouille devraient être jetées. À l'heure actuelle, la fibre de coco sert à la production de cultures de fleurs coupées de longue durée comme le gerbera et la rose cultivés en contenants ou dans des rigoles.

Laine de roche

La laine de roche est le produit du filage de roches basaltiques et calcaires en fusion. Il en existe deux formes : la laine de roche liée et la laine de roche granulaire. La matière de base est stérile et dépourvue de CÉC ou d'une teneur appréciable en sels solubles. La laine de roche liée est débitée en panneaux de 15 ou 20 cm de large, de 7,5–10 cm d'épaisseur et de 90–200 cm de long. On peut l'acheter avec ou sans feuille de plastique. Les panneaux renferment un liant destiné à en assurer la stabilité et un agent mouillant qui facilite l'absorption et la répartition de l'eau. La laine de roche granulaire ne contient ni liant ni agent mouillant et existe en trois qualités granulométriques (fine, moyenne, grossière). Les substrats contenant de la laine de roche granulaire sont plus poreux et retiennent mieux l'eau; ils sont plus faciles à réhumidifier lorsqu'on les a laissés déshydrater. La laine de roche sert actuellement à la production de fleurs coupées de longue durée, comme la rose et le gerbera, et de légumes de serre.

On fabrique aussi la laine de roche à partir des scories de sidérurgie. Ce matériau, souvent appelé laine minérale, a généralement un pH relativement plus élevé (7–8) et des niveaux d'oligo-éléments plus élevés que la laine de roche.

Copeaux de polystyrène

Il s'agit d'un sous-produit de la fabrication des panneaux de polystyrène. C'est un matériau inerte à CÉC négligeable et à pH voisin de la neutralité. Il joue le même rôle dans le substrat que la perlite, sauf qu'il ne retient pas l'eau à sa surface. Son poids volumique apparent est de 25 kg/m³. Il ne peut pas être pasteurisé, car il rétrécit. Les copeaux ont tendance à flotter à la surface du pot et peuvent poser un problème dans les systèmes avec sub-irrigation et recyclage de la solution. L'homogénéité du substrat peut aussi laisser à désirer à cause de la tendance des copeaux à se séparer des autres ingrédients.

Turface®

Il s'agit d'une argile cuite à pH neutre (7,0). Comme son poids volumique apparent est de 750 kg/m³ et que sa CÉC est élevée, dans le cas de la catégorie ordinaire, on l'utilise pour accroître le poids et le pouvoir tampon du substrat. Sa CÉC est comparable à celle de la vermiculite.

Haydite®

Il s'agit d'un schiste expansé par un traitement à 1 200 °C. Son poids volumique apparent est d'environ 800 kg/m³ selon la granulométrie et la catégorie, et son pH est élevé (8,5–9,5). On en trouve plusieurs catégories différant par le calibre des particules. La capacité neutralisante de ce produit doit être prise en compte lorsqu'on l'utilise en quantités appréciables.

Gro-Bark®

L'écorce compostée peut contribuer à éliminer des substances toxiques et des phytopathogènes. Il faut généralement trois mois pour composter l'écorce de bois dur, tandis qu'il faut environ 1 ½ mois pour composter l'écorce de bois tendre. Avant le compostage, on ajoute généralement de l'azote à raison de 1 kg et 0,5 kg/m³ pour l'écorce de bois dur et l'écorce de bois tendre respectivement. Gro-Bark® est un mélange commercial d'écorce de pin vieillie et de sciure qui a subi un compostage naturel pendant 10 à 40 ans. Son pH varie de 4,5 à 6,5 et sa teneur en sels est faible. Vendu en vrac uniquement, il sert généralement à pailler les allées, à amender le substrat des plants de pépinières élevés en contenant ou à remplacer la mousse de sphaigne.

Grow-Rich®

Grow-Rich® est un matériau composté issu de boues de papetières et d'autres matériaux organiques (fumiers, sciure et rafles de maïs). Son poids volumique apparent est d'environ 400 kg/m³, et la taille la plus courante de ses particules oscille entre 3 et 6 mm. Son pH varie entre 5,5 et 6,5. Sa teneur en sels solubles se situe autour de 1,5–2,0 mS/cm, mesurée sur extrait de

substrat saturé. Par conséquent, le mélange d'empotage final ne doit pas contenir plus de 25 % de ce matériau.

Turricules

Sous-produit de l'élevage des lombrics (vers de terre), ce matériau est riche en matière organique et sa structure est stable. Son pH est de 6,0–7,5 et sa teneur en sels solubles se situe entre 1,0 et 1,5 mS/cm. Son poids volumique apparent est d'environ 200 kg/m^3. Utiliser ce produit dans un substrat, avec modération (moins de 25 % du volume), pour améliorer la stabilité structurale et la porosité. Ce matériau est quelque peu hydrophobe, il peut contenir des graines de mauvaises herbes et est assez coûteux.

Sable

Même si, sur le plan technique, il s'agit d'un type de sol, le sable est assez souvent incorporé dans des mélanges sans sol à la seule fin de les lester. Il est en effet à peu près quinze fois plus lourd que les autres principaux composants (mousse de sphaigne, perlite et vermiculite). L'utilisation de sable comporte néanmoins certains inconvénients :

- son action abrasive sur les autres ingrédients réduit les interstices remplis d'air, si le malaxage est trop long;
- il est susceptible d'être infesté de phytopathogènes et doit donc être pasteurisé.

En revanche, le sable (tout comme la terre) améliore la capacité d'humidification du mélange. Selon sa provenance en Ontario, le sable possède souvent un pH élevé (environ 8,5), ce qui indique la présence de carbonates de calcium libres. Lorsqu'on utilise du sable, on doit tenir compte de sa capacité neutralisante.

Caractéristiques physiques d'un mélange sans sol

Un mélange sans sol, tout comme le sol, comporte trois grandes composantes : air, particules solides et eau. Les interstices remplis d'air, qui constituent l'espace poral ou espace lacunaire, sont nécessaires pour oxygéner les racines, assurer la nitrification et permettre une certaine activité microbienne. Les interstices d'un mélange complètent la portion eau, étant donné que l'air y remplace l'eau quand elle a été absorbée par les racines. Le rapport air-eau d'un mélange est déterminé par la taille des particules solides. Après un arrosage, l'air pénètre dans un mélange grossier plus rapidement que dans un mélange plus fin, mais il ne s'y répartit pas toujours uniformément. Par conséquent, un mélange grossier comporte relativement plus d'interstices remplis d'air et moins d'interstices remplis d'eau qu'un substrat plus fin. Le manque d'air peut poser un problème lorsqu'on utilise un mélange à texture fine durant les périodes de l'année où la luminosité est faible. Un autre facteur qui influence le rapport air-eau est la hauteur du pot; plus le pot est haut, plus le rapport air-eau est grand, surtout dans le haut du pot.

Dans un mélange sans sol qui vient d'être arrosé, l'eau peut occuper jusqu'à 75 % du volume, les solides 5 à 10 % et l'air 15 à 20 %. Par contre, dans un substrat à base de terre, les solides occupent 50 % du volume, le reste étant divisé entre l'air et l'eau. À cause de cette différence majeure, on doit conduire les cultures différemment avec un mélange sans sol. Le poids volumique apparent de la plupart des mélanges sans sol est d'environ 100–200 kg/m^3. Le rétrécissement du substrat pose certaines difficultés à cause non seulement du changement des caractéristiques physiques, mais aussi à cause du volume requis dans un pot de grosseur donnée. La mousse de sphaigne et la laine de roche sont deux matériaux qui rétrécissent. En ajoutant au substrat une composante qui renforce la structure comme la perlite ou la vermiculite, ou en tassant le substrat au moment du remplissage des pots, on peut réduire le rétrécissement.

Voir aussi le tableau 3–6, *Exemple d'un mélange sans sol avec amendements*, p. 31.

Préparation d'un mélange sans sol

Voici les points à considérer au moment de préparer un mélange sans sol :

- capacité de rétention d'eau;
- porosité non capillaire;
- biodisponibilité des éléments nutritifs;
- pouvoir tampon;
- poids;
- prix.

Le principal constituant de la plupart des mélanges sans sol est la mousse de sphaigne, car celle-ci possède des caractéristiques très favorables à la croissance. La qualité de la mousse de sphaigne est importante étant donné qu'elle est le principal ingrédient. Une

Tableau 3–6. Exemple d'un mélange sans sol avec amendements

Ingrédients	Pourcentage (par unité de volume)
Mousse de sphaigne	50–60 %
Vermiculite, perlite, polystyrène, écorce, laine de roche granulaire	20–40 %
Turface®, Haydite®, sable	10–20 %
Amendements	Quantité/m³ de mélange
Chaux (dolomitique, fine)	3,5 kg
Superphosphate	1,5 kg
Nitrate de potassium (12-0-44) ou nitrate d'ammonium (34-0-0)	1,0/0,4 kg
Oligo-éléments	0,25–0,5 kg
Agent mouillant	100 mL

mousse grossière renferme un espace poral naturel plus grand et peut entrer dans un mélange en plus forte proportion. Une mousse plus fine, dont l'espace poral est réduit, doit être en moins grande proportion dans le mélange final. Pour aérer le mélange et le structurer (qu'il rétrécisse moins), il est bon d'utiliser l'un ou plusieurs des ingrédients suivants : vermiculite, perlite, laine de roche granulaire ou copeaux de polystyrène. La vermiculite et la laine de roche sont d'excellents matériaux, car ils augmentent la capacité de rétention d'eau ainsi que le pouvoir de réhumidification du mélange. On ajoute un troisième ingrédient (Turface®, Haydite® ou sable) pour ajouter du poids au mélange et augmenter son pouvoir tampon et/ou son espace poral.

On ajoute de la chaux (3,5 kg/m³ de mélange) pour porter le pH du mélange à un niveau acceptable (sur la base d'un mélange contenant 50 % de mousse de sphaigne). La quantité de chaux indiquée ne tient pas compte de l'effet neutralisant que peuvent avoir d'autres ingrédients (comme le Haydite® et le sable) ni de l'effet acidifiant de certains engrais (p. ex., nitrate d'ammonium). Une fois qu'on a préparé le mélange et qu'on l'a arrosé, il faut parfois une semaine pour que son pH se stabilise.

Lorsqu'on emploie de la chaux calcique, il faut faire un apport de magnésium sous forme de sels d'Epsom (0,5 kg/m³). On ajoute du superphosphate pour l'apport en phosphore, en soufre et en calcium. S'il faut ajouter de l'azote et/ou du potassium, on utilise du nitrate de potassium (12-0-44) à raison de 0,5–1,0 kg/m³ ou du nitrate d'ammonium (34-0-0) à raison de 0,3–0,5 kg/m³. L'ajout d'azote doit correspondre à environ 0,25–0,50 g d'azote par pot de 15 cm. Dans certains cas, on peut utiliser du nitrate de calcium comme source d'azote à raison de 0,5 kg/m³. On peut employer un mélange d'oligo-éléments comme Nutritrace pour ajouter du fer (Fe), du cuivre (Cu), du bore (B), du zinc (Zn) et du manganèse (Mn). Un réactif non ionique comme l'Aqua-Grow® ou l'Agral-90 constitue un agent mouillant convenable. Il faut dissoudre l'agent mouillant dans l'eau tiède et le pulvériser sur le mélange pour assurer une répartition uniforme. Parfois, une combinaison d'oligo-éléments et d'agent mouillant est offerte sous forme granulaire. Pour des raisons pratiques, bien des producteurs font mélanger au préalable les amendements par leur fournisseur de fertilisant. La plupart des ingrédients peuvent être mélangés quand ils sont secs. On peut utiliser des mélangeurs mécaniques à vis ou à tambour, mais en limitant le temps de malaxage des composants pour ne pas les pulvériser. Ajouter de l'eau pendant le mélange des ingrédients pour prévenir la formation de poussière et aider à stabiliser les particules.

Caractéristiques chimiques d'un mélange sans sol

Une fois qu'un substrat est préparé, on doit toujours vérifier sa teneur en sels solubles (CÉ) et son pH. La mesure de la CÉ de la solution donne un indice de la valeur nutritive du mélange, tandis que la mesure du pH joue un rôle clé en déterminant la biodisponibilité des éléments nutritifs (voir la rubrique *Conductivité électrique*, p. 21). Le pH optimal pour les mélanges sans sol organiques se situe autour de 5,5 (± 0,5). Ce niveau contraste avec le pH de 6,5 qui est recommandé pour les mélanges à base de terre ou de terreau. Dans les mélanges renfermant de la mousse de sphaigne, un pH élevé (supérieur à 6,5) peut entraîner des carences en fer (Fe), en manganèse (Mn), en bore (B), en cuivre (Cu), en zinc (Zn) et en phosphore (P), tandis qu'un pH qui se situe entre 5,0 et 5,5 peut provoquer une carence en molybdène (surtout chez le poinsettia). L'ajout de nitrate d'ammonium (34-0-0) à raison de 400 g/m³ peut abaisser le pH d'environ 0,5.

Mélanges prêts à l'emploi

La plupart des mélanges commerciaux ont été mis à l'épreuve et donnent de bons résultats si les cultures sont bien conduites. Pour comparer leurs prix avec ceux des mélanges maison, il faut faire entrer en ligne de compte, outre le prix des ingrédients, les coûts

liés à la confection du mélange, à la machinerie, à l'entreposage et à la main-d'œuvre. Les exploitations de petite taille utilisent souvent des mélanges déjà préparés. Certains fabricants acceptent de préparer des mélanges selon les spécifications du producteur. En règle générale, les mélanges prêts à l'emploi contiennent les deux premiers ingrédients principaux indiqués dans le tableau 3–6, mais non le troisième (Turface® ou sable). La plupart ont un pH de 5,5 à 6,0 et une CÉ de 1,2 à 1,8 mS/cm (mesures prises sur extrait du mélange saturé), tandis que la capacité de rétention d'eau est d'environ 70 % du volume (mesurée à l'aide d'un pot de 15 cm de diamètre qu'on a totalement saturé puis laissé s'égoutter).

Composts

Certains producteurs peuvent décider d'utiliser des produits de compostage dans leur mélange sans sol. Les composts peuvent contenir des champignons et des bactéries antagonistes (qui attaquent certains phytopathogènes) ainsi que des micro-organismes utiles (comme les bactéries nitrifiantes). Certains fournisseurs vendent en vrac, à coût relativement intéressant, des composts faits d'assortiments de sous-produits organiques. Ces composts peuvent donner de bons résultats comme amendements, mais il est conseillé d'en vérifier le pH et la teneur en sels solubles avant de les utiliser.

Problèmes courants posés par les mélanges sans sol

- Un malaxage trop long des ingrédients d'un mélange sans sol a un effet abrasif sur les particules et détériore la structure du substrat. En règle générale, un malaxage de 3–5 minutes à 12–14 tr/min suffit.

- La réhumidification d'un substrat qu'on a laissé déshydrater est possible, quoique difficile. On peut soit faire plusieurs arrosages légers ou des brumisations, soit ajouter un agent mouillant à l'eau, à raison d'environ 1 mL/L d'eau tiède. Normalement, on ajoute l'agent mouillant au moment de mélanger les ingrédients. Un substrat auquel on ajoute de la laine de roche granulaire ou de la vermiculite se réhumidifie plus rapidement après un assèchement prononcé. Si on a utilisé une dose excessive d'agent mouillant (de deux à trois fois la dose recommandée, par exemple), les plantes ne développent que quelques racines longues et fines ou des racines qui n'arrivent pas à pénétrer dans le substrat. Il peut en résulter une chétivité générale des plants, chez les espèces sensibles, dont l'impatiente, le bégonia et le concombre.

- La prolifération des algues à la surface peut nuire à la levée des plantules et à la pénétration de l'eau dans le sol et/ou contribuer à nourrir les mouches des terreaux. Certains fongicides peuvent réduire la prolifération d'algues. À mesure que les plants se développent, la surface du substrat reçoit de moins en moins de lumière, ce qui freine la croissance des algues. L'Agribrom ajouté à l'eau d'irrigation à raison de 5–10 ppm de brome résiduel contribue à combattre et/ou à prévenir la croissance des algues. Une eau d'irrigation exempte d'algues contribue également à régler le problème.

- Les niveaux optimaux d'éléments nutritifs sont souvent plus élevés que dans un substrat à base de terre. Par conséquent, il est important de veiller à ce que la culture soit bien fertilisée. La teneur en sels solubles peut atteindre sans danger environ deux fois celles des mélanges à base de terre.

- Les symptômes d'une carence en magnésium se manifestent rapidement sur des cultures comme la tomate et le chrysanthème étant donné que cet élément n'est pas inclus dans la plupart des engrais « complets » hydrosolubles traditionnels. Une incorporation en préplantation ou des apports séparés de sels d'Epsom (sulfate de magnésium) ou de nitrate de magnésium peut contribuer à prévenir le problème.

Rôle des éléments nutritifs dans la croissance des plantes

On peut diviser les éléments nutritifs en macro-éléments et en oligo-éléments, selon la quantité requise par les plantes (voir le tableau 3–7, *Macro-éléments et oligo-éléments dans les végétaux*, p. 33, qui montre aussi la forme sous laquelle l'élément est assimilé par la plante et sa mobilité à l'intérieur de celle-ci).

Deux grands facteurs influencent la teneur en minéraux d'une plante. Le premier est d'ordre génétique; il explique pourquoi les teneurs en azote (N) et en potassium (K) de nombreuses plantes (46 %) sont à peu près dix fois plus élevées que les teneurs en phosphore (P) et en magnésium (Mg), qui, à leur tour,

Tableau 3–7. Macro-éléments et oligo-éléments dans les végétaux

Éléments	Forme	Mobilité
Macro-éléments		
Carbone (C)	Dioxyde de carbone (CO_2)	M
Hydrogène (H)	Eau (H_2O)	M
Oxygène (O)	CO_2, H_2O	M
Azote (N)	Ammonium (NH_4^+), nitrate (NO_3^-)	M
Phosphore (P)	Phosphate de dihydrogène ($H_2PO_4^-$)	M
Potassium (K)	Potassium (K^+)	M
Calcium (Ca)	Calcium (Ca^{2+})	I
Magnésium (Mg)	Magnésium (Mg^{2+})	M
Soufre (S)	Sulfate (SO_4^{2-}), dioxyde de soufre (SO_2)	M
Sodium (Na)	Sodium (Na^+)	N/C
Silice (Si)	H_4SiO_4	N/C
Oligo-éléments		
Fer (Fe)	Ions ferreux (Fe^{2+}), ions ferriques (Fe^{3+})	I
Manganèse (Mn)	Ions manganèse (Mn^{2+})	I
Cuivre (Cu)	Ions cuivre (Cu^{2+})	I
Zinc (Zn)	Ions zinc (Zn^{2+})	I
Molybdène (Mo)	Ions molybdate (MoO_4^{2-})	M
Bore (B)	Acide borique (H_3BO_3)	I
Chlore (Cl)	Chlore (Cl^-)	M
Aluminium (Al)	Aluminium (Al^{3+})	M

M = mobile, I = immobile, N/C = non connue

sont de cent à mille fois plus élevées que la teneur en la plupart des oligo-éléments.

Le second facteur est la biodisponibilité des éléments nutritifs dans le substrat et la capacité de la plante à les absorber. Dans la pratique, c'est le seul facteur sur lequel il est possible d'agir. Jusqu'à un certain point, la teneur en éléments nutritifs d'une plante augmente de pair avec la teneur en éléments nutritifs du substrat. Au delà de ce niveau optimal, il n'y a aucun avantage à attendre d'une augmentation supplémentaire de la biodisponibilité.

Absorption et diffusion des éléments nutritifs

Macro-éléments

En général, tous les macro-éléments, à l'exception du calcium, sont mobiles à l'intérieur de la plante. Les éléments nutritifs mobiles peuvent être véhiculés par le xylème et par le phloème jusqu'aux organes qui en ont le plus besoin, habituellement les pousses, les fleurs ou les bractées en croissance.

- **Carbone** — absorbé essentiellement sous forme de CO_2 par les stomates des feuilles. Il est par la suite transformé en matière organique sous l'effet de la photosynthèse. Dans une moindre mesure, le carbone peut aussi être absorbé sous forme de bicarbonate (HCO_3^-) à partir de la solution nutritive.

- **Hydrogène** — l'eau, principale source de H^+, est absorbée par les poils absorbants.

- **Oxygène** — est absorbé sous forme de CO_2 pendant le jour et sous forme d'oxygène dissous dans l'eau par les racines.

- **Azote** — les deux formes, l'azote ammoniacal (NH_4^+) et l'azote des nitrates (NO_3^-), peuvent être absorbées par les racines et métabolisées par les plantes. La vitesse d'absorption du NO_3^- est habituellement supérieure à celle du NH_4^+. Toutefois, cette vitesse dépend en grande partie du pH. L'absorption de NH_4^+ est favorisée par un substrat neutre et décroît lorsque le pH s'abaisse. L'inverse se produit pour le NO_3^-. Des concentrations élevées de glucides dans la plante (l'été, par exemple) favorisent l'absorption du NH_4^+. À l'intérieur du xylème, l'azote est transporté sous forme de nitrate et d'acides aminés.

- **Phosphore** — le gros du P est absorbé activement (à partir des concentrations très faibles qui se trouvent dans le sol jusqu'aux niveaux élevés qu'on trouve dans le xylème) sous forme de $H_2PO_4^-$.

- **Potassium** — est prélevé, souvent activement, sous forme de K^+, et est mobile dans la plante.

- **Calcium** — est absorbé passivement (à partir des concentrations élevées dans le sol jusqu'aux faibles concentrations qu'on trouve dans la plante) sous forme de Ca^{2+}. Le calcium qui se trouve dans la sève du xylème est transporté vers le haut, entraîné par le mouvement imprimé par la transpiration. Son déplacement dépend donc de la vitesse de transpiration et par conséquent de l'humidité (ou du déficit de tension de vapeur). L'absorption est aussi

favorisée par le NO_3^-. Dans la plante, le calcium n'est pas mobile.

- **Magnésium** — la compétition exercée par les autres cations (p. ex., potassium et ammonium) est importante dans la détermination de la vitesse d'absorption du magnésium. Cet élément est absorbé passivement par le flux de transpiration et est mobile dans le xylème.

- **Soufre** — les plantes absorbent le soufre principalement sous forme de sulfate (SO_4^{2-}). L'absorption peut se faire activement.

Oligo-éléments

Tous les oligo-éléments sont foncièrement immobiles. Ils peuvent être absorbés par les racines et transportés par le flux de la transpiration vers les différents organes de la plante. Par contre, la plante ne peut pas mobiliser les oligo-éléments qui se trouvent dans ses tissus pour les envoyer vers d'autres organes qui en auraient besoin.

- **Fer** — l'absorption est influencée par la vitesse du métabolisme de la plante ainsi que par la présence d'autres cations comme le manganèse (Mn^{2+}) et le cuivre (Cu^{2+}). L'absorption du fer est freinée par un pH élevé, des dommages aux racines et de fortes concentrations de phosphate, de manganèse, de bore et de calcium; elle est favorisée par une teneur élevée en ammonium (NH_4^+). Le fer (Fe^{3+}) ne passe pas d'une partie de la plante à l'autre.

- **Manganèse** — l'absorption est influencée par le métabolisme de la plante (comme dans le cas du fer). Des températures du sol fraîches mènent à une faible activité métabolique et du coup à une absorption réduite (rosiers dans les lits de plantation l'hiver, par exemple). Le manganèse est relativement immobile dans la plante. Les tissus jeunes sont habituellement riches en Mn^{2+}. La biodisponibilité du manganèse est améliorée par un pH faible.

- **Cuivre** — mêmes remarques que pour le fer et le manganèse. Le cuivre (Cu^{2+}) n'est pas très mobile à l'intérieur du plant, mais peut passer des feuilles plus vieilles vers des feuilles plus jeunes. On en trouve ordinairement de très faibles concentrations dans le plant comparativement à d'autres oligo-éléments.

- **Zinc** — les chercheurs sont divisés sur la question de savoir si l'absorption du zinc (Zn^{2+}) est active ou passive, quoique la majorité d'entre eux la croit active. Le zinc a une forte interaction avec le cuivre. Le zinc n'est pas très mobile à l'intérieur de la plante.

- **Molybdène** — on ne sait pas grand chose au sujet du molybdène (MoO_4^{2-}), si ce n'est que le poinsettia est l'une des rares espèces de plantes que l'on sait sensible à de faibles concentrations de cet élément. Le molybdène est important au fonctionnement d'une enzyme qui joue un rôle crucial dans le métabolisme de la plante.

- **Bore** — cet élément est probablement absorbé sous une forme non dissociée de l'acide borique (H_3BO_3) et suit le flux de l'eau absorbée par les racines. Il est immobile à l'intérieur de la plante et se concentre surtout dans les feuilles les plus vieilles. Les symptômes d'une carence en bore se manifestent aux extrémités de la plante et ceux d'une toxicité dans les vieilles feuilles.

Analyse des éléments nutritifs

Des laboratoires de l'Ontario peuvent effectuer l'analyse de l'eau, des substrats et des tissus végétaux pour en connaître la teneur en éléments nutritifs (voir l'annexe C, *Laboratoires de l'Ontario effectuant des analyses des tissus végétaux, des solutions nutritives et des substrats utilisés en serriculture*, p. 154).

Eau

L'eau non traitée utilisée pour l'irrigation doit contenir tous les principaux éléments nutritifs nécessaires aux plantes. On ne doit en rajuster les teneurs qu'à partir des résultats d'une analyse. L'analyse de l'eau indiquera également si la source d'eau est contaminée (mais *pas* par des microbes) ou si les concentrations d'ions spécifiques comme les fluorures (F^-) ou le bore (B) sont trop élevées. De plus, il faut connaître la concentration de bicarbonates pour être en mesure de calculer la quantité d'acide nécessaire à l'obtention d'un pH donné. Le tableau 3–8, *Concentrations maximales souhaitables de certains ions dans l'eau non traitée utilisée pour l'irrigation des mélanges sans sol (laine de roche, oasis, mousse de sphaigne ou fibre de coco) dans une serre*, p. 35, indique les principaux éléments nutritifs nécessaires aux plantes et leur

teneur souhaitable dans l'eau non traitée utilisée pour l'irrigation.

Tableau 3–8. Concentrations maximales souhaitables de certains ions dans l'eau non traitée utilisée pour l'irrigation des mélanges sans sol (laine de roche, oasis, mousse de sphaigne ou fibre de coco) dans une serre

Élément	Concentration maximale souhaitable (ppm)
Azote (NO_3^-)	5
Phosphore ($H_2PO_4^-$)	5
Potassium (K^+)	5
Calcium (Ca^{2+})	120
Magnésium (Mg^{2+})	25
Chlorure (Cl^-)	100
Sulfate (SO_4^{2-})	200
Bicarbonate (HCO_3^-)	30–60
Sodium (Na^+)	60
Fer (Fe^{3+} ou Fe^{2+})	5
Bore (B)	0,5
Zinc (Zn^{2+})	0,5
Manganèse (Mn^{2+})	1,0
Cuivre (Cu^{2+})	0,2
Aluminium (Al^{3+})	5
Molybdène (Mo)	0,02
Fluorure (F^-)	1
pH (H^+)	5,0–7,0

Source : L'information présentée dans ce tableau a été colligée sur de nombreuses années par les spécialistes de la serriculture du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO).

Voici quelques remarques générales concernant les divers éléments nutritifs :

- **N, P, K** — Bien qu'étant des éléments fertilisants, la présence d'azote, de phosphore et de potassium en concentrations élevées dans l'eau non traitée est un signe de contamination.

- **Ca^{2+} et Mg^{2+}** — Les concentrations maximales souhaitables indiquées ci-dessus comblent adéquatement les besoins nutritifs de la plupart des cultures. Des valeurs plus élevées n'entraînent pas nécessairement des réactions de toxicité, mais peuvent contribuer à rendre l'eau plus dure.

- **HCO_3^-** — La plupart des sources d'eau du sud de l'Ontario ont une teneur en bicarbonates (HCO_3^-) supérieure à la fourchette indiquée. Les bicarbonates ne sont pas très toxiques, mais des concentrations de 250 ppm ou plus peuvent nuire à la croissance des plantes. Des niveaux élevés s'accompagnent d'un niveau d'alcalinité (pH) élevé, qui, avec le temps, peut élever le pH du substrat. Un autre inconvénient est la précipitation du calcium et/ou des carbonates de magnésium qui laisse des résidus sur les feuilles et encrasse les goutteurs du réseau d'irrigation. De fortes concentrations de bicarbonates se neutralisent à l'aide d'acide nitrique, phosphorique et sulfurique (voir *Correction du pH*, p. 25).

- **Fe^{3+}** — Dans sa forme oxydée, le fer a une faible solubilité et peut donc facilement précipiter sous forme d'hydroxyde de fer amorphe qui encrasse les goutteurs du réseau d'irrigation. Dans les serres avec irrigation goutte-à-goutte, les teneurs supérieures à 0,25 ppm sont donc déconseillées.

- **B** — Le bore peut être assez toxique pour les plantes et doit être surveillé de près dans les substrats (moins de 0,5 ppm) ainsi que dans les systèmes où l'eau est recyclée (moins de 0,25 ppm).

- **Zn^{2+}** — Le zinc se retrouve dans les sources d'eau qui ont été en contact avec du métal galvanisé (l'eau de pluie provenant du toit de la serre lorsque les gouttières sont en métal galvanisé). Ici encore, les ions peuvent s'accumuler dans les réseaux de recirculation de l'eau.

- **Mn^{2+}** — Bien que le manganèse ne pose pas souvent problème, sauf sous des conditions particulières (p. ex., pasteurisation à la vapeur), on croit qu'il est toxique à des concentrations élevées.

- **Cu^{2+}** — Les concentrations de cuivre peuvent dépasser 0,2 ppm si l'on se sert de substrat organique.

- **Al^{3+}, Mo, F^-** — L'aluminium, le molybdène et les fluorures ne sont pas des éléments qu'on retrouve en fortes concentrations dans les sources d'eau. Toutefois, les fluorures peuvent nuire gravement aux monocotylédones (lis, plantes du genre *Dracaena*, plante-araignée). Les produits de nettoyage employés pour enlever le badigeon sur le toit des serres ne doivent pas être évacués vers une citerne ni un étang, car ils renferment souvent des fluorures.

- **pH** — Bien que les ions hydrogène ne soient pas considérés comme des éléments nutritifs, il est

important d'en tenir compte étant donné que la biodisponibilité de la plupart des éléments nutritifs est liée au pH. Par exemple, la plupart des ions chargés positivement, tels que le fer (Fe), le manganèse (Mn), le calcium (Ca), ainsi que les phosphates, sont plus solubles (et donc plus assimilables par la plante) à un pH faible, tandis que le molybdène est plus facilement assimilable à un pH plus élevé. La plupart des sources d'eau en Ontario ont un pH d'environ 7,5, en raison des niveaux élevés de bicarbonates. L'acidification peut être nécessaire (voir *Correction du pH,* p. 25). Un pH inférieur à 5,0 détériore la structure des plaques de laine de roche.

Voir à l'annexe C, *Laboratoires de l'Ontario effectuant des analyses des tissus végétaux, des solutions nutritives et des substrats utilisés en serriculture,* p. 154, la liste des laboratoires de l'Ontario à même d'effectuer des analyses de l'eau, des solutions nutritives et des substrats.

Mélanges sans sol

Il n'y a pas si longtemps, la méthode la plus utilisée pour doser les éléments nutritifs était la méthode appelée « Spurway » ou méthode de l'extrait de substrat dilué (1 volume de substrat pour 2 volumes d'eau). Aujourd'hui, en Amérique du Nord, c'est la méthode de l'extrait de substrat saturé à l'eau distillée qui est la plus utilisée. Elle dose les éléments nutritifs directement dans l'extrait. Elle permet d'estimer la quantité d'éléments nutritifs facilement assimilable qui se trouve dans la zone racinaire.

Échantillonnage du substrat

- **Sol** — À l'aide d'une sonde, prélever une vingtaine d'échantillons de la zone étudiée (couche ou planche) à une profondeur d'environ 10–25 cm et bien mélanger les échantillons ainsi prélevés. De ce mélange, prélever un échantillon représentatif (environ 600 g), le déposer dans un sac de plastique et l'expédier à un laboratoire qui offre le service d'analyse selon la méthode de l'extrait de substrat saturé (voir *Comment mesurer la CÉ d'un substrat,* p. 22, et l'annexe C, *Laboratoires de l'Ontario effectuant des analyses des tissus végétaux, des solutions nutritives et des substrats utilisés en serriculture,* p. 154). Des frais sont exigés pour ce service. Dans le cas des cultures saisonnières, bien analyser le sol avant la mise en culture. Faire analyser le sol suffisamment à l'avance pour pouvoir corriger le pH et la fertilisation avant la mise en culture.

- **Substrat d'empotage** — N'échantillonner que les deux tiers inférieurs du substrat d'empotage; ne pas inclure la couche superficielle, surtout si l'on pratique la sub-irrigation. Mélanger une vingtaine d'échantillons, en prélever une quantité représentative d'environ 600 g et la faire parvenir au laboratoire dans un sac de plastique. Les producteurs devraient mesurer eux-mêmes la CÉ et le pH (entre les échantillonnages périodiques soumis au laboratoire) dans l'eau de percolation recueillie après l'arrosage abondant d'un certain nombre de pots avec de l'eau distillée. Les résultats obtenus seront très proches de ceux que le laboratoire obtient à l'aide de la méthode de l'extrait de substrat saturé (voir *Interprétation des lectures de la CÉ,* p. 23) et donnent une bonne indication du niveau de fertilité global, mais non des teneurs en éléments individuels. Pour suivre l'évolution des teneurs en éléments nutritifs dans le substrat, prélever des échantillons toutes les deux semaines.

Pour savoir comment interpréter les résultats et rajuster les paramètres du substrat, consulter un spécialiste de la floriculture de serre.

Analyse foliaire

En floriculture, l'analyse foliaire sert surtout d'outil diagnostique pour vérifier les symptômes de carence ou de toxicité, mais elle peut aussi servir à surveiller les niveaux d'éléments nutritifs au cours de la période de culture. Différentes parties de la plante renferment différents niveaux d'éléments nutritifs, mais l'analyse des tissus foliaires est le plus couramment utilisée pour diagnostiquer la biodisponibilité des éléments nutritifs dans le sol. La concentration de minéraux dans les plantes est habituellement exprimée en pourcentage par rapport au poids pour les macro-éléments (azote, phosphore, potassium, etc.) et en milligrammes par gramme (mg/g) ou parties par million (ppm) de matière sèche végétale pour les oligo-éléments (fer, manganèse, cuivre, zinc, bore, molybdène). L'âge des parties des plantes a aussi son importance. Les jeunes tissus ont tendance à avoir une teneur plus élevée en azote, phosphore et potassium que les tissus plus vieux, lesquels ont généralement des teneurs plus élevées en calcium, manganèse, fer et bore. Il faut donc récolter les feuilles qui ont été les dernières à parvenir à maturité si l'on fait faire régulièrement des analyses

Tableau 3–9. Lignes directrices relatives à l'analyse des tissus

Élément nutritif	Alstroemeria	Azalée	Bégonia multiflore	Bégonia Rieger	Cactus de Noël (*Schlumbergera*)	Caladium	Calla
Azote (%)	3,8–7,6	2,2–2,8	4,4–5,2	3,4–4,6	2,7–3,7	3,6–4,9	2,9–3,0
Phosphore (%)	0,3–0,7	0,2–0,5	0,3–0,4	0,4–0,8	0,5–0,9	0,4–0,7	0,3–0,4
Potassium (%)	3,7–4,8	0,7–1,6	3,4–4,2	2,0–3,5	6,2–7,1	2,3–4,1	3,9–4,4
Calcium (%)	0,6–1,4	0,2–1,6	1,3–2,1	0,7–2,4	0,7–0,9	1,1–1,6	0,9–1,1
Magnésium (%)	0,2–0,4	0,1–0,6	0,6–1,0	0,3–0,8	1,6–2,2	0,1–0,3	0,3–0,4
Fer (ppm)	175–275	50–150	100–260	80–390	105–110	65–90	95–130
Manganèse (ppm)	60–90	30–300	90–355	35–190	35–130	110–135	635–690
Zinc (ppm)	35–70	5–60	50–65	20–30	50–65	125–135	30–45
Cuivre (ppm)	5–15	5–15	10–15	5–10	10–15	5–10	5–10
Bore (ppm)	10–50	15–100	30–40	35–130	65–70	95–145	30–40

Élément nutritif	Chrysanthème	Cyclamen	Dieffenbachia[1]	Exacum	Ficus benjamina[1]	Fougères[1]	Freesia
Azote (%)	4,0–6,0	2,9–5,0	3,0–4,0	3,8–5,3	2,0–2,5	1,7–2,5	2,7–5,6
Phosphore (%)	0,2–1,2	0,4–1,0	0,7–1,0	0,3–0,7	0,2–0,4	0,3–0,6	0,4–1,2
Potassium (%)	1,0–10,0	1,2–4,5	6,4–8,2	2,3–3,4	2,1–2,5	2,5–3,9	3,1–5,9
Calcium (%)	0,5–4,6	0,3–1,3	1,9–2,4	0,5–0,8	1,7–2,5	0,9–1,3	0,4–1,0
Magnésium (%)	0,1–1,5	0,4–1,3	0,4–0,8	0,4–0,7	0,3–0,4	0,6–0,7	0,3–1,8
Fer (ppm)	20–750	150–550	50–300	55–155	50–200	30–300	80–115
Manganèse (ppm)	25–375	100–500	50–300	70–165	25–100	49–181	30–540
Zinc (ppm)	5–35	30–100	40–200	25–85	20–75	52–149	40–110
Cuivre (ppm)	5–50	5–20	3,5–30	5–75	5–10	10–15	5–130
Bore (ppm)	20–200	70–350	10–30	25–60	20–40	20–40	30–100

Élément nutritif	Fuchsia	Géranium de semence	Géranium lierre	Gerbera	Gloxinia	Hibiscus	Hydrangée
Azote (%)	2,8–4,6	3,7–4,8	3,4–4,4	3,3–4,1	3,3–3,8	3,5–4,5	2,0–3,8
Phosphore (%)	0,4–0,6	0,3–0,6	0,4–0,7	0,3–0,7	0,3–0,5	0,2–0,6	0,3–2,5
Potassium (%)	2,2–2,5	3,3–3,9	2,8–4,7	3,1–3,9	4,5–5,0	2,0–2,9	2,5–6,3
Calcium (%)	1,6–2,4	1,2–2,1	0,9–1,4	0,9–4,2	1,5–2,2	1,9–2,3	0,8–1,5
Magnésium (%)	0,4–0,7	0,2–0,4	0,2–0,6	0,3–2,8	0,4–0,5	0,5–0,7	0,2–0,4
Fer (ppm)	95–335	120–340	115–270	80–130	70–150	60–75	85–115
Manganèse (ppm)	75–220	110–285	40–175	65–260	95–170	135–180	100–345
Zinc (ppm)	30–45	35–60	10–45	30–80	20–35	35–50	50–105
Cuivre (ppm)	5–10	5–15	5–15	5–10	5–20	5–10	5–10
Bore (ppm)	25–35	35–60	30–280	25–50	30–35	20–25	35–50

foliaires dans le but d'évaluer la teneur en éléments nutritifs.

L'analyse foliaire évalue souvent de façon plus précise les teneurs en oligo-éléments dans les plantes ou le programme de fertilisation que l'analyse du substrat. On prélève les feuilles parmi celles qui sont récemment parvenues à maturité sur plusieurs plants, sauf exception (habituellement, 30–50 feuilles suffisent). On ne doit pas prélever les feuilles qui présentent des anomalies, à moins qu'on veuille en diagnostiquer la cause, auquel cas, on constitue un échantillon distinct. S'assurer que les échantillons ne sont pas contaminés par des pesticides ou des applications foliaires de fertilisant. En cas de doute, rincer les feuilles avec de l'eau distillée et attendre qu'elles soient sèches avant

Tableau 3–9. Lignes directrices relatives à l'analyse des tissus (suite)

Élément nutritif	Impatiente commune	Impatiente de Nouvelle-Guinée	Kalanchoe	Lis de Pâques	Muflier	Œillet	Pélargonium (à feuilles zonées)
Azote (%)	4,3–5,3	3,3–4,9	2,5–5,0	2,4–4,0	4,0–5,3	3,0–5,0	3,8–4,4
Phosphore (%)	0,6–0,8	0,3–0,8	0,2–0,5	0,1–0,7	0,2–0,6	0,1–0,5	0,3–0,5
Potassium (%)	1,8–2,8	1,9–2,7	2,0–4,8	2,0–5,0	2,2–4,1	2,0–6,0	2,6–3,5
Calcium (%)	2,9–3,3	1,9–2,7	1,1–4,5	0,2–4,0	0,5–1,4	0,6–2,0	1,4–2,0
Magnésium (%)	0,6–0,8	0,3–0,8	0,4–1,0	0,3–2,0	0,5–1,0	0,2–0,6	0,2–0,4
Fer (ppm)	405–685	160–890	75–200	100–250	70–135	30–150	110–580
Manganèse (ppm)	205–490	140–245	60–250	50–250	60–185	30–445	270–325
Zinc (ppm)	65–70	40–85	25–80	30–70	30–55	15–75	50–55
Cuivre (ppm)	10–15	5–10	5–20	5–25	5–15	5–30	5–15
Bore (ppm)	45–95	50–60	30–60	20–50	15–40	20–400	40–50

Élément nutritif	Pélargonium (*pelargonium x domesticum*)	Pervenche	Pétunia	Poinsettia	Primevère (*Primula*)	Rosier	Streptocarpe[1]	Violette africaine
Azote (%)	3,0–3,2	4,9–5,4	2,8–5,8	4,0–6,0	2,5–3,3	3,0–5,0	2,0–3,5	2,2–2,7
Phosphore (%)	0,3–0,6	0,4–0,6	0,5–1,2	0,2–1,0	0,4–0,8	0,2–0,3	0,1–0,7	0,2–0,9
Potassium (%)	1,1–3,1	2,9–3,6	3,5–5,5	1,5–5,0	2,1–4,2	1,8–3,0	4,8–5,5	1,5–6,0
Calcium (%)	1,2–2,6	1,4–1,6	0,6–4,8	0,4–2,0	0,6–1,0	1,0–1,9	1,2–1,9	0,6–1,7
Magnésium (%)	0,3–0,9	0,4–0.5	0,3–1,4	0,2–1,0	0,2–0,4	0,2–0,4	0,3–0,5	0,7–1,1
Fer (ppm)	120–225	95–150	40–700	100–300	75–155	50–150	90–260	70–320
Manganèse (ppm)	115–475	165–300	90–185	45–300	50–80	30–900	130–300	35–490
Zinc (ppm)	35–50	40–45	30–90	25–150	40–45	15–50	85–130	20–80
Cuivre (ppm)	5–10	5–10	5–45	5–15	5–10	5–25	15–20	5–30
Bore (ppm)	15–45	25–40	20–50	20–200	30–35	20–60	55–65	30–200

[1] Données tirées du guide *Values for Nutrient Element Contents of Vegetables and Flowers under Glass*, Glasshouse Crops Research Stations, Aalsmeer and Naaldwijk, 1987 (colligées et mises à jour par R.E. Widmer, University of Minnesota, juin 1985; augmentées et mises à jour par J.M. Dole et H.F. Wilkins, University of Minnesota, octobre 1988, Department of Horticultural Science and Landscape Architecture).

de les emballer et de les faire parvenir au laboratoire. Il est généralement préférable d'utiliser des sacs de papier plutôt que des sacs de plastique pour éviter la pourriture des feuilles durant le transport.

Le tableau 3–9, *Lignes directrices relatives à l'analyse des tissus*, p. 37 et ci-dessus, indique les fourchettes dans lesquelles doivent se situer les concentrations d'éléments nutritifs pour certaines cultures florales. Divers facteurs peuvent faire varier ces concentrations : l'âge de la plante, la position des feuilles sur le plant (partie supérieure ou inférieure du plant), le cultivar, la saison, le programme de fertilisation, le nombre de jours depuis la fertilisation, le pH du substrat, l'application d'un régulateur de croissance, la présence de maladie et la température. Les concentrations des éléments nutritifs nécessaires aux différentes plantes sont données uniquement à titre indicatif.

Partie du plant qu'il est recommandé de prélever :

- Chrysanthème — feuilles supérieures des tiges florales à maturité;
- Exacum — extrémité des pousses avec une paire de feuilles à maturité et toutes les feuilles non parvenues à maturité;
- Rosier — feuille à cinq folioles la plus élevée sur des tiges florifères;
- Autres cultures — feuille récemment parvenue à maturité.

Symptômes de carence nutritive

(Source : *Diagnosing Nutrient Disorders in Greenhouse Crops*. C. Rosen et J. Erwin, University of Minnesota).

Interactions entre les éléments nutritifs

Les cultures de serre sont souvent sujettes aux troubles nutritionnels pour plusieurs raisons : la rapidité de leur croissance, les besoins différents d'une espèce à l'autre, le volume restreint des racines dans les contenants, la réserve limitée d'éléments nutritifs dans le substrat de culture. Tant la quantité que l'équilibre des éléments nutritifs fournis à la plante jouent un rôle important dans la production de cultures de haute qualité. L'augmentation ou la diminution d'un élément nutritif de la solution peut nuire à l'absorption d'un autre élément nutritif ou à sa migration à l'intérieur de la plante. Bien que les interactions entre les éléments nutritifs puissent être positives ou négatives, ce sont habituellement les interactions négatives qui ont été le mieux étudiées.

Voici les deux situations où l'on doit se préoccuper des interactions entre éléments nutritifs :

- lorsque les concentrations de deux éléments sont à la limite de l'état de carence;
- lorsqu'un élément est en quantité excessive tandis qu'un autre élément est tout juste suffisant.

La nature exacte de l'interaction dépend des éléments nutritifs en jeu et de l'espèce végétale. Elle peut résulter d'une réaction de précipitation dans la solution de sol ou d'une concurrence pendant l'absorption, la migration ou la fonction métabolique des ions (voir le tableau 3–10, *Quelques interactions courantes entre les éléments nutritifs*, sur cette page). Dans bien des cas, le mécanisme de l'interaction n'a pas encore été entièrement élucidé. Ces effets antagonistes prennent de l'ampleur lorsque les concentrations d'éléments nutritifs sont faibles.

Les interactions entre les éléments nutritifs et leur équilibre demandent à être examinés sous l'angle de la qualité des apports. Celle-ci est importante étant donné qu'on peut atteindre des ratios optimaux d'éléments nutritifs dans la solution ou les tissus des plantes même lorsque les deux éléments se situent dans une fourchette de carence ou de toxicité.

Tableau 3–10. Quelques interactions courantes entre les éléments nutritifs

Une concentration excessive des éléments suivants dans le substrat ou les tissus :	Risque d'entraîner une carence en :
Ammonium	Calcium
Nitrate	Potassium
Phosphore	Fer, zinc, cuivre
Potassium	Magnésium, calcium
Calcium	Magnésium, bore
Magnésium	Potassium, calcium
Manganèse	Fer
Fer	Manganèse
Zinc	Manganèse, fer
Cuivre	Manganèse, fer, zinc

Comment diagnostiquer un déséquilibre nutritionnel

Il ne faut pas perdre de vue que dès l'instant où des plantes portent des symptômes visibles de déséquilibre nutritionnel, leur qualité marchande peut déjà avoir baissé. Il faut s'astreindre à des programmes d'analyses de sol rigoureux pour détecter tôt les problèmes, avant d'en constater les dégâts.

Dans la plupart des cas, les troubles nutritionnels se manifestent par une séquence de symptômes bien définie qui est caractéristique de l'élément en cause. Généralement, une carence en éléments qui sont mobiles dans la plante s'extériorise en premier sur les feuilles les plus vieilles (celles du bas), alors qu'une carence en éléments immobiles s'extériorise en premier sur les feuilles jeunes (celles du haut). Dans certains cas, les symptômes d'une maladie ou d'une intoxication par un pesticide peuvent ressembler aux symptômes de carence ou de toxicité causés par les éléments nutritifs.

De plus, les symptômes de déséquilibre nutritionnels sont souvent propres à certaines espèces et à certains cultivars. Des analyses de sol et des tissus peuvent aider à confirmer que les symptômes observés sont liés à un déséquilibre des éléments nutritifs.

Les symptômes de carence et/ou de toxicité dont il sera question dans les paragraphes suivants (en ce qui concerne l'azote, le phosphore, le potassium, le magnésium et le soufre) se manifestent généralement

d'abord sur les feuilles inférieures et gagnent les feuilles plus jeunes au fur et à mesure que le problème s'aggrave.

Azote

Carence

- Les feuilles pâlissent et jaunissent.
- Les feuilles les plus vieilles sont les premières touchées, mais dans les cas graves, toute la plante peut jaunir. La plante souffre d'un retard de croissance. Les symptômes ressemblent beaucoup à ceux de la carence en soufre.

Excès d'ammonium

- Rabougrissement du plant.
- Jaunissement des feuilles.
- Nécrose du bord des feuilles.
- Dépérissement du point végétatif.
- Une concentration élevée d'ammonium (généralement pendant les mois d'hiver) nuit à l'absorption et/ou à la diffusion du potassium, du magnésium et du calcium, ce qui entraîne une carence en calcium et une réduction des concentrations de potassium et de magnésium dans les tissus des plantes.

Excès de nitrates

- La plupart des plantes tolèrent des concentrations élevées de nitrates sans présenter de symptômes.
- Les nitrates améliorent l'absorption du phosphore et du potassium.
- Des concentrations excessives de nitrates stimulent la croissance végétative, ce qui risque de retarder la floraison.

Phosphore

Carence

- Les feuilles prennent une coloration rouge-violet; les feuilles inférieures sont jaunâtres.
- Les feuilles du bas sont les premières touchées; la nécrose et la chute des feuilles sont à craindre si la carence est sévère.
- La croissance ralentit.
- Dans un mélange sans sol, la carence peut être imputable à un pH élevé (> 7,4) ou faible (< 5,0).

Excès

- Peut entraîner des symptômes de carence en oligo-éléments en empêchant l'absorption et/ou la diffusion du fer, du zinc et du cuivre, probablement par suite de la précipitation des phosphates.

Potassium

Carence

- Des taches grises ou ocre apparaissent près du bord des feuilles.
- Les feuilles les plus vieilles sont touchées les premières; elles présentent un roussissement caractéristique de la pointe et du bord des feuilles.
- Chez certains plants, des taches ou chloroses peuvent apparaître entre les nervures.
- La croissance peut être buissonnante.

Excès

- À de très fortes concentrations, peut causer des brûlures par le sel.
- Si les concentrations de magnésium sont faibles, un excès de potassium entraîne une carence en magnésium.

Magnésium

Carence

- Les feuilles les plus vieilles jaunissent entre les nervures (chlorose internervaire).
- Dans les cas graves, les jeunes feuilles sont également touchées, tandis que les vieilles feuilles peuvent présenter des taches nécrotiques, puis finissent par tomber.
- La carence en magnésium peut être provoquée par des concentrations élevées de potassium.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des concentrations élevées de magnésium sans manifester de symptômes.
- Des concentrations élevées de magnésium peuvent entraîner des carences en potassium et en calcium dans les tissus végétaux.

Soufre

Carence

- Jaunissement généralisé du plant et, souvent, des nervures des feuilles.
- Symptômes similaires à ceux d'une carence en azote.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des concentrations élevées de soufre; par contre, elles absorbent alors moins bien le molybdène.

Les symptômes suivants de carence et/ou de toxicité (en ce qui concerne le calcium, le bore, le cuivre, le fer, le manganèse, le molybdène et le zinc) se manifestent généralement d'abord sur les feuilles les plus jeunes (aux extrémités).

Calcium

Carence

- Dépérissement possible des points végétatifs.
- Symptômes présents d'abord sur les feuilles les plus jeunes.
- Dépérissement des extrémités des racines; ralentissement de la croissance racinaire.
- Chez certains plants, les bords ou les pointes des feuilles jaunissent ou prennent un aspect brûlé.
- De fortes concentrations d'ammonium et des conditions de croissance excessivement humides ou sèches peuvent entraîner une carence en calcium.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des concentrations élevées de calcium sans présenter de symptômes.
- Des teneurs élevées en calcium peuvent abaisser les concentrations de potassium et de magnésium dans les tissus des plantes.

Bore

Carence

- Les carences se manifestent habituellement sur les tissus les plus jeunes.
- Les jeunes feuilles sont souvent vert foncé, épaisses et cassantes.
- Les points végétatifs meurent et les feuilles paraissent petites et difformes; il se forme de multiples tiges. Sur les rosiers, apparaît souvent un balai de sorcière.

Excès

- Peut être extrêmement toxique pour certaines plantes.
- Se traduit habituellement par un roussissement des bords des vieilles feuilles.

Cuivre

Carence

- Jaunissement ou dépérissement des jeunes feuilles.
- Jaunissement occasionnel du limbe entre les nervures.
- Les feuilles se développent mal, s'allongent mais restent étroites.
- Des concentrations élevées de phosphore peuvent provoquer une carence en cuivre.

Excès

- Peut conduire à une carence en fer et nuire à la croissance du système racinaire.

Fer

Carence

- Jaunissement du limbe entre les nervures des feuilles les plus jeunes, tandis que les nervures restent vertes (chlorose internervaire); les feuilles peuvent aussi virer entièrement au jaune ou au blanc et se nécroser.
- Des concentrations élevées de phosphore peuvent provoquer une carence en fer.
- Une mauvaise oxygénation consécutive à un arrosage trop abondant induit une chlorose ferrique.
- Une carence en fer se manifeste quand le pH est trop élevé ou que le sol est trop froid. Quand la carence est causée par un pH élevé, il est recommandé d'utiliser un chélate de fer EDDHA (le plus puissant pour la fourchette de pH la plus étendue) pour corriger les symptômes de carence en fer.

Excès

- La plupart des plantes peuvent tolérer des concentrations élevées de fer sans en souffrir.
- Les taches chlorotiques finissent par virer au brun rougeâtre et les tissus malades par se détacher.
- Des concentrations élevées de fer peuvent provoquer une carence en magnésium chez certaines plantes.

Manganèse

Carence

- Mêmes symptômes que pour une carence en fer.
- Jaunissement du limbe entre les nervures des feuilles les plus jeunes; habituellement, les feuilles ne présentent pas de taches blanches ni de nécroses.

- En général, seules les nervures principales restent vertes, ce qui donne à la feuille l'allure d'une arête de poisson.
- La carence en manganèse se manifeste lorsque le sol est trop froid et/ou a un pH trop élevé.

Excès

- Apparition de taches brun rougeâtre ou noires entre les nervures des feuilles du bas; jaunissement des feuilles.
- L'excès de manganèse se produit quand le pH est faible.

Molybdène

Carence

- Les jeunes feuilles pâlissent, se déforment et deviennent étroites et filiformes.
- Les jeunes feuilles à maturité peuvent présenter des symptômes de chlorose internervaire et d'enroulement des bords; tôt ou tard, le tissu jaunissant se nécrose.
- Chez certains plants, le bord des feuilles est roussi.
- Les symptômes se manifestent le plus souvent dans des conditions de faible pH.
- L'absorption du molybdène est favorisée par le phosphore et le magnésium, alors qu'elle est freinée par une concentration élevée de soufre.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des teneurs élevées en molybdène sans que des symptômes se manifestent.

Zinc

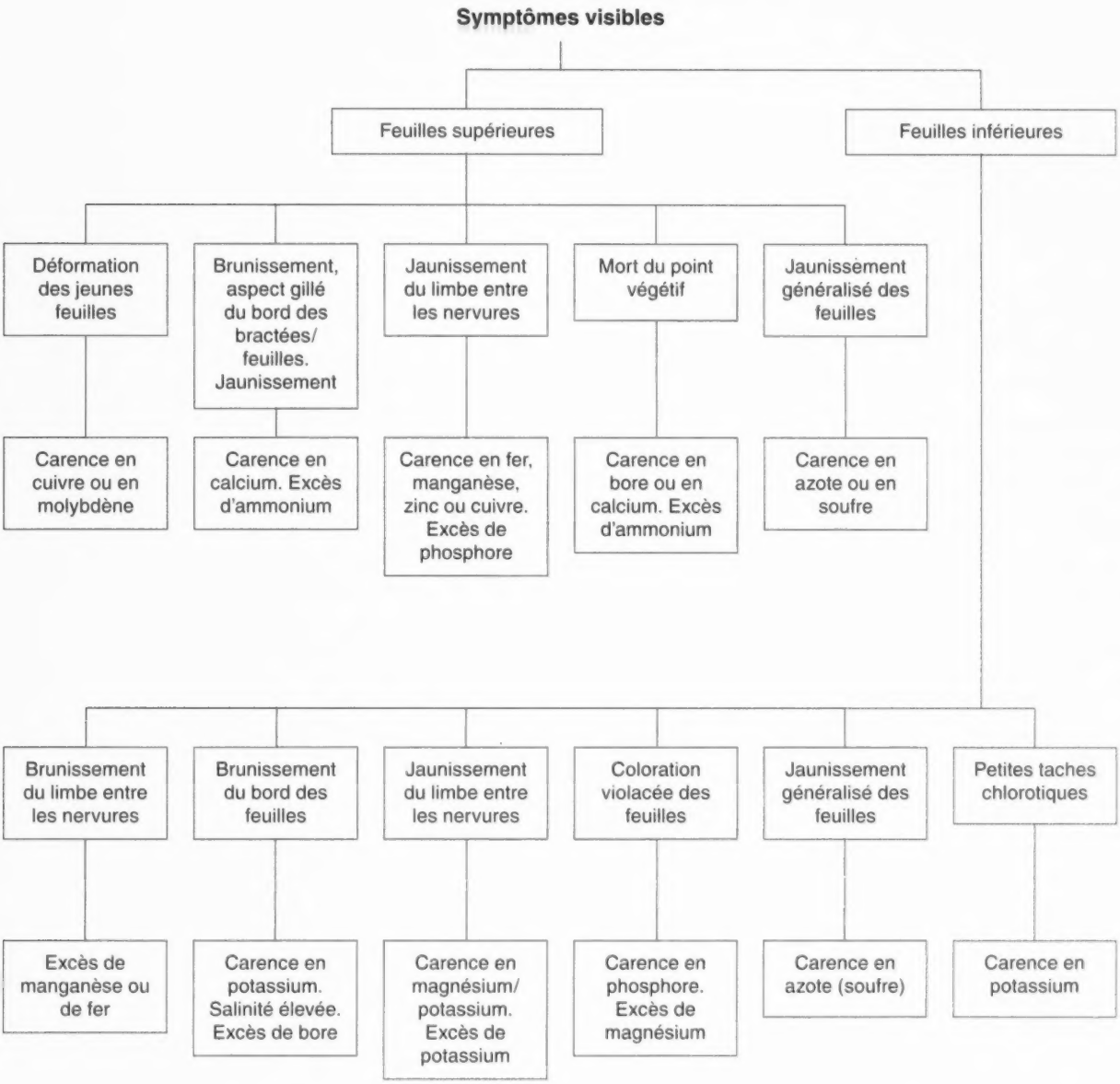
Carence

- Les feuilles les plus jeunes sont affectées les premières et peuvent présenter des signes de jaunissement internervaire.
- D'autres symptômes sont possibles, dont des entre-nœuds courts et des feuilles en rosette.
- Des niveaux élevés de phosphore peuvent amener une carence en zinc.
- La carence en zinc se manifeste dans des conditions de pH élevé.

Excès

- Peut, chez certaines plantes, nuire à l'absorption du phosphore et du fer.
- Survient sous des pH faibles.
- Nuit à la croissance des racines et au développement des feuilles.

Figure 3–1. Clé de diagnostic des troubles nutritionnels chez les plantes de serre



4. Lutte intégrée contre les insectes et les acariens

Le présent chapitre traite des outils de la lutte intégrée (LI) contre les insectes et les acariens. Cette approche particulière de la lutte antiparasitaire fait appel à toutes les stratégies de lutte disponibles et vise à maintenir sous le seuil de tolérance économique les populations d'insectes et d'acariens nuisibles ou d'organismes phytopathogènes. La pratique qui consiste à recourir systématiquement aux pesticides, pour ne prendre aucun risque, n'a plus guère de chances de réussir. Depuis quelques années, cette approche a engendré un certain nombre de problèmes, dont :

- la résistance des organismes combattus (traitée plus en détail à la rubrique *Lutte culturale* plus loin dans ce chapitre);

- des problèmes environnementaux liés à la contamination des eaux souterraines et à la pollution, qui commandent de réduire l'utilisation et les erreurs d'application des pesticides et de privilégier les produits les plus sûrs pour l'environnement;

- des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs lorsqu'ils sont exposés aux produits eux-mêmes ou aux résidus de pesticides dans les serres. Voir le chapitre 1, *Utilisation des pesticides en Ontario,* p. 1, et le chapitre 2, *Emploi sécuritaire des pesticides,* p. 9, pour plus de détails sur la façon de manipuler sans danger les pesticides.

Les principes de lutte intégrée contre les ennemis des cultures recommandent, non pas la mise en œuvre systématique d'un programme de pulvérisation de pesticides, mais plutôt l'intégration de stratégies de lutte culturale, physique, biologique et chimique. Les décisions prises dans le cadre d'un programme de lutte intégrée reposent sur un programme de surveillance des ennemis des cultures structuré et assidu. Les principes de lutte intégrée sont abordés plus en détails dans le contexte de la lutte contre les maladies; voir le chapitre 7, *Lutte intégrée contre les maladies,* p. 81.

Dépistage

Des dépistages minutieux fournissent les données fiables indispensables à la bonne gestion du programme de lutte. Les pièges collants jaunes (plaquettes ou rubans) sont les moyens les plus couramment utilisés dans les serres pour dépister plusieurs espèces d'insectes volants. Ils se prêtent particulièrement bien au dépistage des aleurodes, des thrips, des mineuses, des mouches des terreaux, des mouches des rivages et des pucerons ailés. Par ailleurs, les pièges collants de couleur bleue se sont révélés particulièrement attrayants pour les thrips des petits fruits. Cependant, si on a affaire à un large éventail d'insectes nuisibles, les pièges jaunes sont préférables.

Lorsqu'on utilise des plaquettes collantes, il faut en installer un nombre suffisant pour permettre une surveillance convenable de toute la serre. Utiliser une plaquette tous les 100 à 200 m^2, et renouveler les plaquettes avant qu'elles ne soient trop recouvertes d'insectes. Au printemps et en été, on devra probablement changer les plaquettes chaque semaine, au moment du dénombrement. En hiver, lorsque les populations d'insectes sont moins fortes, on peut réduire cette fréquence, mais il faut quand même consigner le nombre de captures chaque semaine.

Un programme d'inspection visuelle de la culture effectué de façon systématique et structurée constitue une autre excellente méthode de dépistage trop souvent négligée. Cette inspection est indispensable au dépistage des maladies ou des acariens, des pucerons non ailés ou des stades immatures des aleurodes et des mineuses. Il est conseillé de se fixer un programme d'échantillonnage régulier qui couvre bien toute la serre, y compris les aires d'entrée et les zones à risque. Se concentrer sur les cultures sensibles ou sur les zones de la serre qui sont le plus vulnérables. Là aussi, les relevés hebdomadaires s'imposent.

Pour dépister les maladies, il faut inspecter les feuilles chaque semaine et les racines (ou la base des plants s'il s'agit de légumes) toutes les deux semaines. Il faut aussi mesurer le pH et la conductivité électrique (CÉ) du sol toutes les deux semaines dans chacune des cultures.

Une détection précoce facilite la maîtrise des maladies et des ravageurs sédentaires comme les pucerons et les acariens. Il suffit alors parfois d'une pulvérisation ou d'une intervention localisée pour enrayer le problème.

L'efficacité du dépistage repose sur la régularité des contrôles. Consigner dans un registre les résultats de chaque contrôle. Données à relever :

- date;
- identification des insectes piégés;
- section de la serre où était le piège;
- nombre d'insectes piégés;
- stade évolutif (adultes, pupes, etc.);
- maladies des cultures, constatées ou soupçonnées;
- espèces et cultivars des cultures;
- traitement (pesticide employé, taux, surface traitée, durée du traitement, etc.);
- conditions environnementales.

Lutte culturale

Hygiène

L'hygiène est la première composante de tout programme de lutte antiparasitaire. Une hygiène déficiente, qui n'élimine pas tous les points d'infection ou d'infestation, accroît les coûts du programme de lutte et diminue ses chances de réussite. Une bonne hygiène est nécessaire à toutes les étapes de la production, dans la serre et ses annexes (chaufferie, par exemple), ainsi qu'aux abords.

L'hygiène de la serre oblige à des efforts constants, toute l'année. La propreté seule ne suffit pas pour enrayer les problèmes phytosanitaires, mais elle est la condition première de tout programme de lutte et doit faire partie intégrante de toutes les stratégies mises en œuvre. Les précautions suivantes sont importantes :

- Enlever les feuilles et les fleurs mortes et fanées. Dans les rosiers, la cueillette de toutes les fleurs (même celles qui ne sont pas vendables) et leur évacuation de la serre peuvent contribuer de beaucoup à lutter contre les thrips.

- Entasser les déchets de culture à bonne distance de la serre et en aval des vents dominants.

- De préférence, brûler les déchets si les règlements municipaux l'autorisent; sinon, les ensacher et les envoyer au dépotoir.

- Débarrasser la serre et ses abords de toutes les mauvaises herbes.

- Tenir propres les allées, les couches et les planches de culture de la serre.

- Examiner le matériel végétal qui arrive dans la serre, pour y déceler toute infestation parasitaire.

- Éviter d'hiverner des plants du potager ou de la maison dans la serre. Ceux-ci peuvent abriter des ravageurs qui envahiront alors précocement la culture suivante.

- Maintenir un bon drainage pour éviter les flaques et les surfaces mouillées propices à la prolifération des mouches des terreaux et des mouches des rivages, ainsi qu'à d'éventuelles infections propagées par l'eau.

- Si la serre est vide entre les cultures (ce qui se produit surtout avec les légumes de serre, mais parfois aussi avec certaines cultures ornementales), un traitement par la chaleur éliminera efficacement les infestations. On vient à bout des insectes et des acariens nuisibles en maintenant la température au delà de 40 °C et l'humidité en deçà de 50 % pendant trois à quatre jours. Ce procédé est simple à appliquer pendant les mois d'été puisqu'il suffit de fermer les prises d'air pour atteindre les températures souhaitées. Remarque : Une forte chaleur peut déformer les tubulures en plastique.

- Pour empêcher les organismes pathogènes d'envahir les structures vides, les tuyaux de chauffage, les allées, les banquettes ou le matériel, pulvériser un des produits suivants (voir également le chapitre 7, *Lutte intégrée contre les maladies,* p. 81) :

  – une solution titrant 0,5–1 % d'hypochlorite de sodium. Mélanger 1 partie d'eau de Javel et 10 parties d'eau pour obtenir une solution finale titrant 0,5 %. Pour obtenir une solution titrant 1 %, mélanger 1 partie d'eau de Javel et 5 parties d'eau. Utiliser une solution renforcée (jusqu'à 1 %) dans le cas de foyers de maladie graves ou pour désinfecter des banquettes de bois;

- Floralife D.C.D. ou Chemprocide, des composés d'ammonium quaternaire à double action fongicide et bactéricide;
- Virkon, un désinfectant à action fongicide, bactéricide et virucide.

Gestion des paramètres d'ambiance

Les paramètres comme la lumière, la température, l'humidité, l'eau et les éléments nutritifs exercent une influence sur les plantes, mais aussi sur les maladies et organismes nuisibles. Le réglage des paramètres d'ambiance dans un but de lutte antiparasitaire est une opération complexe à cause de leurs effets simultanés sur la culture. Chaque situation est particulière et demande à être examinée soigneusement. Par exemple, l'humidité peut jouer un rôle important dans le développement des maladies et des insectes nuisibles.

Les tétranyques préfèrent un milieu sec et chaud. Les brumisations qui élèvent l'hygrométrie peuvent aider à retarder leur développement.

Durant les mois d'hiver, les thrips sont peu mobiles, peut-être plus à cause du manque de luminosité que de la baisse des températures. Tenir compte de ce comportement dans les programmes de dépistage. À cette période de l'année, les plaquettes jaunes peuvent ne pas piéger les thrips même si ceux-ci sont présents et se livrent activement à leurs déprédations.

L'humidité de l'air agit directement sur le développement de maladies comme le blanc et les infections à *Botrytis*. La régulation de ce paramètre peut donc aider à limiter ces problèmes. Voir le chapitre 8, *Principales maladies des plantes de serre*, p. 93.

Cultivars résistants

De nombreuses espèces végétales ont, à l'égard des maladies et des ravageurs, une vulnérabilité qui varie selon le cultivar. L'amélioration génétique des cultures a mis à la disposition des producteurs des cultivars résistants à un ou plusieurs insectes ou maladies. Ainsi, les pourritures fusariennes du collet et des racines sont-elles rarement un problème pour les producteurs de tomates de serre, car il existe maintenant des cultivars résistants. De la même façon, on utilise de plus en plus des cultivars de concombre résistants au blanc. La sélection génétique axée sur la résistance aux parasites n'a pas encore été pleinement utilisée dans le domaine des cultures ornementales, mais elle ouvre la voie à des progrès en lutte antiparasitaire.

En attendant, les producteurs aux prises avec des problèmes phytosanitaires peuvent améliorer leur programme de lutte en faisant attention au choix des cultivars et à la façon dont ceux-ci sont affectés par les ennemis des cultures. Les producteurs peuvent également se servir des cultivars sensibles comme plantes sentinelles qui signalent la présence de ravageurs et de maladies (p. ex., la couleur de leurs fleurs peut attirer davantage les thrips). Pour mener une lutte efficace et réduire la quantité de pesticides utilisés, faire des pulvérisations localisées des cultivars sensibles dès que les infections ou infestations se manifestent, ou encore utiliser les cultivars sensibles comme appâts dans le cadre de programmes de lutte biologique. Bien que le choix des cultivars soit surtout dicté par les exigences du marché que l'on dessert, on peut quand même envisager de cesser ou de réduire la production d'un cultivar vulnérable au profit d'un autre plus résistant.

Méthodes de pasteurisation des sols et des substrats

Les substrats des serres et les sols des champs contiennent des graines de mauvaises herbes, des insectes, des bactéries et des champignons qui peuvent nuire aux plantes à cultiver. La lutte contre les maladies attribuables aux champignons et aux bactéries est traitée plus à fond au chapitre 7, *Lutte intégrée contre les maladies*, p. 81. Parmi les substrats utilisés en serre qu'on pasteurise, il y a les mélanges d'empotage et leurs composants, à moins qu'ils ne soient garantis stérilisés ou pasteurisés par le fabricant. Il faut pasteuriser les terreaux et substrats pour éliminer ces organismes nuisibles. Idéalement, ce traitement doit épargner les organismes utiles.

Vapeur

La pasteurisation fait le plus souvent appel à la vapeur comme source de chaleur. La vapeur s'emploie de différentes façons, selon le type de culture.

Pour pasteuriser un terreau pour plantules de légumes ou plantes à empoter, certains producteurs entassent le terreau dans une remorque ou une vieille caisse de camion et injectent la vapeur par le fond. Quand le terreau est refroidi, le transporter jusqu'à l'endroit où il servira.

Voici deux techniques de pasteurisation à la vapeur des planches de culture qui s'utilisent dans la production de fleurs coupées ou de légumes :

- Si les planches de culture sont drainées par des drains agricoles (haut du tuyau à 40 cm en-dessous de la surface du sol, en lignes espacées de 60 cm de centre à centre), la solution est très simple : la vapeur est injectée dans les drains; le sol est alors très efficacement pasteurisé sur les côtés et au-dessus des drains.

- S'il n'y a pas de drains, poser une bâche sur les planches de culture à traiter et injecter la vapeur directement sous la bâche avec un boyau en toile ou avec un tuyau de drainage en plastique souple perforé pour une répartition uniforme de la chaleur. Le sol doit être bien meuble et exempt de mottes et de débris de culture non décomposés afin d'assurer une pénétration rapide et uniforme de la vapeur désinfectante.

Quand on réutilise la laine de roche, il est important de savoir que le temps nécessaire au traitement à la vapeur dépend du degré d'humidité de ce substrat et de la température utilisée. À 90 °C, un traitement à la vapeur d'une durée de 30 minutes devrait suffire. En règle générale, plus le substrat est humide, plus le traitement doit être long. Pour cette raison, le substrat doit être le plus sec possible avant le traitement à la vapeur. La laine de roche sortie des sacs de polyéthylène et empilée sur des palettes peut être stérilisée à la vapeur en deux heures. Si la laine de roche est enveloppée dans du polyéthylène, le traitement à la vapeur doit durer cinq heures. Ne pas empiler la laine de roche sur plus de 1,5 m de hauteur. Pour stabiliser la pile, placer chaque rangée de plaques à angle droit par rapport à la rangée du dessous. De plus, laisser un espace de 2,5 cm entre chaque plaque pour laisser passer la vapeur.

Rapports durée-température nécessaires à la destruction des organismes nuisibles

Le tableau 4–1, *Rapports durée-température nécessaires à la destruction des organismes nuisibles,* sur cette page, indique les rapports durée-température nécessaires à la destruction des insectes, des mauvaises herbes et de différentes maladies. Il montre qu'on peut éliminer la plupart de ceux-ci à la température idéale de 60 °C pendant 30 minutes.

Tableau 4–1. Rapports durée-température nécessaires à la destruction des organismes nuisibles

Mauvaises herbes (la plupart)	70–80 °C pendant 15 min
Insectes et acariens	60–71 °C pendant 20 min
Bactéries (la plupart)	60 °C pendant 10 min
Fusarium	57 °C pendant 30 min
Botrytis	55 °C pendant 15 min
Nématodes	55 °C pendant 30 min
Rhizoctonia	52 °C pendant 30 min
Sclerotinia	50 °C pendant 5 min
Pythium	46 °C pendant 40 min

À partir de 82 °C, le traitement commence à détruire également les organismes utiles du sol. Un sol porté à une température trop élevée pendant trop longtemps devient stérile et plus vulnérable aux infections, du simple fait que tous les organismes utiles ont été détruits. Un chauffage excessif a de nombreux autres effets néfastes :

- dégagement excessif d'ammoniac;
- concentration toxique de manganèse;
- élévation de la teneur totale en sels;
- destruction de la matière organique.

Vapeur aérée

L'emploi de la vapeur aérée se généralise aujourd'hui. Cette méthode consiste à mélanger de la vapeur vive et de l'air dans une enceinte et à utiliser ce mélange (à 70 °C) pour pasteuriser le sol. Comme la température de ce mélange est moins élevée, on peut pasteuriser le sol tout en évitant les risques d'un chauffage excessif. À moins de problèmes particuliers, une température de 70 °C dans le sol élimine la plupart des insectes et des organismes pathogènes.

Pasteurisateurs électriques

Les pasteurisateurs électriques conviennent pour de petits volumes de substrat ou de sol, quand aucune autre méthode n'est disponible. Attention, ils peuvent facilement « cuire » le terreau. En effet, pour que le terreau situé entre les ailettes atteigne la température de 82 °C, il faut que les ailettes soient à une température plus élevée.

Fumigants chimiques

Certains fumigants, comme Basamid et Vapam, peuvent aussi être utilisés pour pasteuriser les terreaux d'empotage ou les planches de culture dans les serres. Chacun de ces produits s'applique selon une dose particulière et agit de façon spécifique contre les insectes terricoles, les maladies, les nématodes et les mauvaises herbes. Toujours lire l'étiquette du produit, car les formulations n'ont pas toutes la même efficacité contre les différents ennemis des cultures. Protéger les cultures dans les planches voisines contre une exposition accidentelle aux émanations toxiques.

Les formulations qui figurent au tableau 4–2, *Fumigants chimiques pour traitement du sol*, sur cette page, sont efficaces pour le traitement en présemis ou préplantation des planches de culture à base de terre ou des plantations faites à l'extérieur dans le cas de Telone IIB et de Telone C-17. Les quantités indiquées permettent de traiter 100 m².

Tableau 4–2. Fumigants chimiques pour traitement du sol

Contre les nématodes seulement	Dose (par 100 m²)
Telone IIB*	2,0 L
Telone C-17*	2,0 L
Contre les nématodes, les champignons, les insectes et certaines bactéries	
Basamid (granulés)	3,25–5 kg, incorporé sur une profondeur de 15–23 cm
Vapam (liquide)	10 L

* Telone IIB et Telone C-17 sont homologués pour utilisation sur des cultures florales à l'extérieur seulement. Ils seront retirés du marché et ne pourront plus être utilisés après le 31 décembre 2011.

Méthodes de lutte contre les mauvaises herbes

La lutte contre les mauvaises herbes à l'extérieur et à l'intérieur de la serre est une des facettes importantes de tout programme de lutte antiparasitaire. Les mauvaises herbes peuvent servir de refuge pour les insectes et acariens nuisibles et peuvent servir de réservoir pour les organismes pathogènes. L'entretien assidu d'une lisière de gazon d'une largeur de 3 m autour des serres et entre celles-ci diminuera les risques d'invasion d'insectes et de maladies provenant de l'extérieur. On a constaté que la fétuque est la graminée que les thrips des petits fruits aiment le moins. Cette information peut être utile quand vient le temps de décider des espèces à gazon à semer autour des serres. Certains ennemis réglementés, comme le scarabée japonais, sont visés par des exigences particulières concernant le périmètre extérieur des serres. Se reporter au chapitre 6, *Ravageurs occasionnels*, p. 71, ou communiquer avec l'Agence canadienne d'inspection des aliments (voir l'annexe D, *Autres ressources*, p. 155).

L'application d'herbicides, le binage et le désherbage manuel demeurent toujours les méthodes les plus pratiques pour se débarrasser des mauvaises herbes sur le périmètre des serres. Des herbicides comme Roundup ou Gramoxone peuvent être très efficaces. Voir la rubrique *Herbicides*, sur cette page, pour plus de détails.

Cependant, il y a d'autres méthodes dont certaines peuvent être moins exigeantes en main-d'œuvre.

Vapeur

Comme il a été dit plus haut, la pasteurisation du sol à la vapeur éliminera les mauvaises herbes et la plupart des graines de mauvaises herbes si la température du sol peut être maintenue entre 70 et 80 °C pendant 15 minutes. Par contre, les graines à tégument résistant ainsi que celles qui se trouvent en périphérie de la bâche sous laquelle on injecte la vapeur et celles qui se trouvent dans la couche de transition entre le sol à la bonne température et le sol plus frais parviennent parfois à survivre.

Fumigation du sol

Le métam-sodium (Vapam) et le dazomet (Basamid) sont utiles pour traiter des planches de culture et des terreaux d'empotage. Telone II peut servir à traiter des sols utilisés pour la production de fleurs en plein champ. Ces produits se dégradent dans le sol pour produire un gaz qui détruit beaucoup de graines de mauvaises herbes ainsi que les nématodes et les champignons responsables de la fonte des semis et d'autres maladies des plantes. Ne pas les utiliser si des plants se trouvent dans d'autres zones de la serre.

Herbicides

La publication 75F du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO), *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*, distribué par les Centres de ressources agricoles de ce ministère et par ServiceOntario — Publications,

présente des renseignements sur les herbicides homologués en Ontario. Les traitements mentionnés dans cette publication font l'objet de multiples essais en plein champ et d'observations en conditions réelles. Les herbicides peuvent être particulièrement utiles dans la lutte contre les mauvaises herbes à l'extérieur de la serre, mais il faut souligner qu'**aucun herbicide n'est homologué pour usage à l'intérieur des serres.** À l'intérieur des serres, combattre les mauvaises herbes quand elles sont encore jeunes pour éviter qu'elles ne montent à graines. Dans les installations de production de plantes à massif, recouvrir la surface du sol d'une toile noire afin d'empêcher le plus possible les mauvaises herbes de pousser.

Les herbicides risquent par ailleurs d'endommager les cultures s'ils sont employés imprudemment. Toujours arrêter les ventilateurs pendant l'application d'un herbicide pour éviter qu'il ne soit aspiré à l'intérieur de la serre. Ne pas utiliser d'herbicides de type phénoxy aux abords des orifices d'entrée d'air d'une serre en raison de la volatilité de ces produits. Respecter à la lettre les consignes que renferme le *Guide de lutte contre les mauvaises herbes* relativement à l'utilisation des produits, aux mesures de sécurité ainsi qu'au réglage, à l'entretien et à l'utilisation des pulvérisateurs. Si l'on soupçonne que des dommages ont été causés par la dérive d'un herbicide pulvérisé en dehors de l'exploitation, communiquer avec un bureau du ministère de l'Environnement (voir l'annexe B, *Ministère de l'Environnement de l'Ontario — Coordonnées des bureaux régionaux,* p. 153).

Lorsque des résidus indésirables de pesticide persistent dans le sol, une application de charbon activé peut réduire le problème. La dose à laquelle on applique le charbon varie en fonction du type de contaminant chimique et de sa concentration. Elle est habituellement comprise entre 0,5 et 1,5 kg/100 m^2.

Lutte physique

Moustiquaires et filets anti-insectes

Sous les climats plus doux où les insectes sont présents à l'extérieur à longueur d'année, les moustiquaires et filets anti-insectes font partie intégrante des programmes de LI. Quoiqu'ils soient moins courants dans les serres sous nos latitudes, leur intérêt est de plus en plus reconnu et leur utilisation se répand.

Les moustiquaires réduisent considérablement l'invasion de la serre par les insectes nuisibles communs comme les thrips, les pucerons et les aleurodes. Elles sont également utiles contre des parasites moins communs comme les punaises ternes et les pyrales du maïs, qui peuvent occasionner beaucoup de dégâts dans les serres pratiquant l'usage réduit des pesticides (p. ex., dans les programmes de lutte biologique). Les avantages des moustiquaires ont été démontrés en Israël et en Californie. En Ontario, les producteurs qui en ont installé ont noté une réduction des niveaux d'infestation et de l'utilisation de pesticides, et un accroissement de l'efficacité des mesures de lutte antiparasitaire (surtout la lutte biologique).

Avant d'installer des moustiquaires, le producteur doit déterminer quels sont les insectes contre lesquels il doit protéger ses cultures, car la taille des insectes visés déterminera la grosseur des mailles du matériau utilisé pour confectionner la moustiquaire. Un matériau à grosses mailles comme celui que l'on trouve aux fenêtres des maisons laissera passer la plupart des insectes qui causent le plus de dégâts dans les cultures de serres. Il peut cependant barrer le passage à des parasites occasionnels relativement gros comme les punaises ternes et les papillons (noctuelles). Pour exclure totalement de la serre les insectes plus petits, comme les thrips, il faut utiliser un filet anti-insectes à mailles très fines. Quand on doit lutter contre plusieurs espèces d'insectes, on choisit la grosseur de maille qui permet d'arrêter le plus petit d'entre eux.

Les moustiquaires ont pour principal inconvénient de réduire la circulation de l'air. La diminution du débit d'air entrant peut élever la température dans la serre et, si celle-ci est ventilée mécaniquement, elle oblige les ventilateurs à travailler à un régime plus élevé pour aspirer la même quantité d'air à travers les prises d'air, qui sont en fait partiellement bouchées. Il est légitime de se préoccuper de la réduction de la ventilation, mais on peut l'éviter en augmentant la superficie des ouvertures. Dans bien des cas, il suffit d'installer autour des prises d'air un châssis de plus grande section sur lequel on tendra la moustiquaire. Le but est de faire en sorte que la superficie finale des ouvertures permette un échange d'air suffisant pour assurer le refroidissement voulu de la serre. Il existe plusieurs méthodes pour déterminer de combien il faut augmenter la superficie des prises d'air pour maintenir le même niveau d'aération dans une serre donnée. Les principaux facteurs dont il faut tenir compte sont

la grosseur de mailles, la capacité des ventilateurs et la pression statique différentielle (la différence entre la pression de l'air à l'intérieur et à l'extérieur de la serre lorsque les ventilateurs sont en marche). Ces calculs sont souvent compliqués et bien qu'il existe des logiciels qui en facilitent l'exécution, il est généralement préférable de laisser le soin aux fabricants de moustiquaires de les faire.

Les moustiquaires et filets à petit maillage sont rapidement obstrués par la poussière et les débris, surtout l'été. Nettoyer les moustiquaires périodiquement, car s'ils sont sales, la réduction du débit d'air qui en résulte peut élever fortement la température dans la serre.Il est également important, au moment où l'on conçoit les moustiquaires et les filets, de s'assurer qu'on y aura facilement accès pour les nettoyer. On doit pouvoir les laver de l'intérieur avec un jet d'eau sous pression. Ne pas faire ce travail quand les ventilateurs sont en marche, parce que l'eau bouchera les mailles et empêchera complètement l'air de passer, ce qui risque d'élever dangereusement la chaleur dans la serre.

L'efficacité des moustiquaires dépend de leur capacité à empêcher les insectes ailés d'entrer, d'où l'importance de réparer le plus rapidement possible les déchirures et les perforations. On peut réparer les petites déchirures en collant tout simplement par-dessus un morceau du même matériau.

Le coût de la pose des moustiquaires dépend de plusieurs facteurs : la forme finale des surfaces à recouvrir d'une moustiquaire; l'augmentation de la superficie des prises d'air qui est nécessaire pour maintenir un taux suffisant de ventilation; le coût du matériau; l'emplacement des prises d'air; la fréquence de remplacement; la fréquence des nettoyages, etc. La plus grande variable est la différence de coût entre l'installation de moustiquaires dans une serre à ventilation mécanique (ventilateurs) avec prises d'air latérales et dans une serre à ventilation statique avec prises d'air dans le toit. Néanmoins, les producteurs qui ont installé des moustiquaires sur des prises d'air latérales dans des serres à ventilation mécanique disent être rapidement rentrés dans leurs frais grâce à la réduction des coûts en pesticides et à la plus grande efficacité des mesures antiparasitaires.

Pour plus de détails, voir la fiche technique n° 00-022 du MAAARO, *Pose de moustiquaires pour exclure les insectes des serres.*

Autres mesures de lutte physique

L'emploi de rubans collants jaunes (qui attrapent les insectes de la même façon que les plaquettes collantes servant au dépistage) est une autre méthode de lutte physique contre les insectes ailés. Placés le long des banquettes ou des couches ou suspendus au-dessus de la culture, les rubans peuvent jouer un rôle complémentaire important lorsqu'ils sont utilisés avec d'autres moyens de lutte.

Lutte biologique

La lutte biologique consiste à utiliser des organismes vivants tels qu'insectes, acariens, nématodes, champignons et bactéries pour combattre les ennemis des cultures (insectes, acariens, maladies). Elle ne se pratique pas de la même façon selon que l'on cultive des légumes ou des fleurs. Bien qu'elle soit maintenant largement utilisée dans les cultures de légumes de serre, ce n'est que depuis le milieu des années 2000 qu'elle est devenue la stratégie de lutte prédominante dans les cultures ornementales. Le tableau 4–3, *Agents de lutte biologique contre les principaux ravageurs des cultures abritées,* p. 53, dresse une liste des ennemis naturels offerts sur le marché pour lutter contre des insectes et des acariens nuisibles en floriculture de serre.

La lutte biologique ne se réduit pas à lâcher des parasites ou des prédateurs dans la serre. Pour qu'elle fonctionne, il est important d'en planifier les étapes au moins plusieurs mois à l'avance. En voici les grandes étapes :

1. Établir la liste des ressources sur lesquelles s'appuyer pour élaborer le programme (fabricants ou fournisseurs d'agents de lutte biologique, autres producteurs, spécialistes en vulgarisation, chercheurs, consultants). Participer à des cours, à des séminaires, à des ateliers, lire des magazines et des bulletins, naviguer sur Internet pour glaner le plus d'information possible sur la lutte biologique. Déterminer quels sont les insectes nuisibles à combattre et quels sont leurs ennemis naturels les plus efficaces.

2. Si possible, commencer à appliquer le programme dans une section restreinte et isolée de la serre pour pouvoir y exercer une surveillance étroite et se faire la main avant d'appliquer les principes de la lutte biologique à plus grande échelle. Une fois

qu'on atteint un certain niveau de confiance dans la lutte biologique, on peut étendre son utilisation à d'autres sections de l'exploitation.

3. Si possible, fermer par des moustiquaires la section de la serre où les essais ont lieu. Les infestations de la serre par des organismes nuisibles varient d'une année à l'autre et sont impossibles à prévoir. Certaines invasions peuvent être si fortes que les ennemis naturels utilisés dans le programme de lutte biologique n'en viendront pas à bout. Avec la pose de moustiquaires, il n'y a lieu de se soucier que des insectes qui se trouvent dans la serre. Voir *Moustiquaires et filets anti-insectes*, p. 50.

4. Mettre tous les employés au courant du programme de lutte biologique et des raisons pour lesquelles on l'applique. Comme ils passent leur journée dans la serre à vaquer aux travaux courants, ils peuvent, s'ils sont formés, diagnostiquer des problèmes très rapidement.

5. Bien des pesticides homologués peuvent avoir un effet rémanent à long terme (2–3 mois) et peuvent nuire à l'établissement des ennemis naturels. Consulter le registre des traitements des derniers mois. Si des pesticides persistants ont été utilisés, attendre que leur effet se soit dissipé avant de lancer le programme. Durant ce temps d'attente, utiliser s'il le faut des produits moins persistants pour lutter contre les insectes nuisibles et les maladies. Les fournisseurs d'agents de lutte biologique sont en mesure de remettre aux producteurs des documents indiquant, pour un grand nombre de pesticides, les effets que ces produits auront sur différents agents de lutte biologique. La même information est accessible sur le Web sur les sites de Biobest *(www.biobest.be)* et de Koppert *(www.koppert.com)*.

6. S'informer auprès du fournisseur de la façon de vérifier les agents de lutte biologique à leur livraison, afin de déterminer s'ils sont bien vivants et bien portants. La qualité des ennemis naturels produits par les principaux insectariums est excellente, mais des problèmes peuvent survenir en cours de transport. Il est important de signaler les problèmes de qualité aux fournisseurs, afin qu'ils en découvrent les causes et y remédient.

7. Suivre les directives du fournisseur concernant l'entreposage des ennemis naturels et les conditions de leur lâcher. La plupart ne peuvent être conservés que pendant un court laps de temps, dans des conditions relativement précises.

8. Surveiller les populations d'ennemis naturels et le déroulement du programme. Cette surveillance est tout aussi importante que celle des populations des ravageurs visés.

   - Employer des plaquettes collantes pour surveiller les insectes ailés, notamment les guêpes parasites; savoir que certaines espèces utiles (p. ex., *Eretmocerus* pour la lutte contre les aleurodes) sont très attirées par le jaune et que l'installation d'un grand nombre de plaquettes risque donc de les décimer.

   - Surveiller les effets de l'ennemi naturel sur le ravageur; ce qui est chose facile dans le cas notamment du parasitisme de l'aleurode par *Encarsia* ou du parasitisme des pucerons par la guêpe *Aphidius*.

   - Faire une inspection visuelle de la culture afin de repérer les ennemis naturels, tels les acariens prédateurs, qui ne volent pas. Inspecter la culture, surtout aux endroits où les ravageurs se concentrent.

   - Faire une surveillance périodique des ravageurs à combattre pour voir si leurs populations sont en baisse.

9. Recourir, s'il le faut, à des pesticides compatibles avec le programme biologique. Se renseigner sur les produits qui conviennent, avant de commencer le programme, afin de s'assurer de pouvoir se les procurer et les utiliser en cas de besoin. Consulter les fournisseurs d'agents de lutte biologique pour en savoir plus long sur la compatibilité des pesticides.

10. Être patient. Il faut du temps et une certaine expérience pour comprendre le fonctionnement d'un système de lutte biologique et en adopter un qui soit efficace. Demander à des personnes qui ont l'expérience de la LI de venir voir si le programme fonctionne comme prévu.

On trouve sur le marché des agents de lutte biologique, élevés commercialement, qui agissent contre les principaux insectes et acariens nuisibles qu'on rencontre dans les serres. Il n'en existe toutefois pas encore contre les organismes pathogènes. Pour plus

Tableau 4–3. Agents de lutte biologique contre les principaux ravageurs des cultures abritées

Ennemi	Agent de lutte biologique
Aleurodes *(Trialeurodes vaporariorum* et/ou *Bemisia argentifolii, Bemisia tabaci)*	*Encarsia formosa*[1] *Eretmocerus eremicus*[1] *Eretmocerus mundus*[1] *Amblyseius swirskii*[2] *Delphastus pusillus*[2] *Dicyphus hesperus*[2] *Beauveria bassiana*[3]
Tétranyque *(Tetranychus urticae)*	*Phytoseiulus persimilis*[2] *Amblyseius fallacis*[2] *Amblyseius californicus*[2] *Amblyseius andersoni*[2] *Feltiella acarisuga*[2] *Stethorus punctillum*[2]
Thrips des petits fruits *(Frankliniella occidentalis)*	*Amblyseius cucumeris*[2] *Amblyseius swirskii*[2] *Amblyseius degenerans*[2] *Orius* spp.[2] *Hypoaspis* spp.[2] *Atheta coriaria*[2] Nématodes – *Steinernema feltiae* *Beauveria bassiana*[3]
Pucerons, y compris : puceron vert du pêcher *(Myzus persicae)*, puceron du melon *(Aphis gossypii)*, puceron de la digitale *(Aulacorthum solani)*, puceron de la pomme de terre *(Macrosiphum euphorbiae)*	*Aphidius* spp.[1] *Aphelinus abdominalis*[1] *Aphidoletes aphidimyza*[2] Coccinelles *(Harmonia* et *Hippodamia)*[2] Chrysopes[2] *Beauveria bassiana*[3]
Mouches des terreaux *(Bradysia* et *Corynoptera* spp.*)*	*Hypoaspis* spp.[2] Nématodes – *Steinernema* spp. *Atheta coriaria*[2]
Mineuse *(Liriomyza trifolii)*	*Diglyphus isaea*[1] *Dacnusa sibirica*[1]

[1] Parasitoïde : Accomplit habituellement tout son cycle évolutif aux dépens d'un seul hôte à la surface ou à l'intérieur duquel il vit et dont il provoque souvent la mort.
[2] Prédateur : S'empare de sa proie (un ravageur) pour s'en nourrir, mais en dehors de cela, sa vie est indépendante du ravageur. Pour parvenir à maturité, il devra dévorer plusieurs proies.
[3] Agent microbien.

L'utilisation de pesticides dans un programme de lutte biologique oblige à beaucoup de précautions, car la plupart des pesticides sont toxiques pour les insectes utiles. Un seul traitement avec un pesticide nocif pour les insectes utiles peut empêcher le producteur de recourir à ces derniers pendant un bon moment. Pour connaître les effets des pesticides sur les agents de lutte biologique, communiquer avec les fournisseurs d'agents de lutte biologique ou consulter les listes diffusées sur Internet par Biobest *(www.biobest.be)* et Koppert *(www.koppert.com)*.

de détails sur la mise en œuvre des méthodes de lutte biologique ou sur les parasites ou les prédateurs distribués dans le commerce, consulter un spécialiste de la lutte contre les ennemis des cultures de serre ou un spécialiste des cultures du MAARO, ou encore un consultant du secteur privé.

Lutte chimique

Comme les pesticides sont appelés à demeurer une composante importante des programmes de lutte en serre, les producteurs devraient en surveiller de près l'utilisation pour les raisons évoquées plus haut, ces raisons ayant trait à la lutte biologique et à la prévention de l'apparition de résistances.

Résistance

L'utilisation à mauvais excient ou trop fréquente d'un pesticide peut faire apparaître une résistance chez tout ravageur. Les producteurs ne doivent plus compter uniquement sur l'industrie des pesticides et les dernières découvertes de la chimie. Les formulations nouvellement homologuées présentent des avantages à court terme, mais leur utilisation irraisonnée peut créer des problèmes de résistance à long terme qui dépasseront de beaucoup ces avantages.

La résistance est le résultat de l'adaptation d'une population à une dose de pesticide qui est normalement létale pour la majorité de ses individus. C'est un caractère héréditaire, qui se transmet donc à la descendance. La résistance à un pesticide n'est pas un phénomène qui se développe chez un individu à un moment de son cycle biologique; c'est un caractère préexistant chez un très faible pourcentage d'individus de la population (trop faible pour pouvoir être mesuré ou observé). Au fur et à mesure que les traitements font disparaître les individus sensibles, on assiste à un accroissement du pourcentage d'individus résistants qui survivent, se multiplient et transmettent leur résistance à leur progéniture.

Les programmes de gestion des résistances aux pesticides visent à réduire la pression que les pesticides exercent sur les populations. On peut réduire l'emploi des pesticides en diversifiant les méthodes de lutte. Il existe un certain nombre de moyens pour y parvenir, qui s'inspirent de la lutte intégrée. Les producteurs qui mettent en place des programmes de lutte intégrée, qui utilisent les bonnes techniques de dépistage, et qui

appliquent les bons procédés culturaux et les bonnes méthodes de lutte biologique et physique pratiquent, de ce fait même, une gestion des résistances.

Il faut savoir que lorsqu'un programme de LI inclut des pesticides, la résistance se développe plus vite si on utilise pendant trop longtemps des pesticides appartenant au même groupe chimique (p. ex., organophosphorés, pyréthrinoïdes de synthèse et carbamates). La vitesse à laquelle une résistance apparaît dépend d'un certain nombre de facteurs. Elle peut apparaître en aussi peu que 1–2 ans ou mettre 10 ans à apparaître selon des facteurs comme :

- l'ennemi combattu;
- le produit utilisé;
- les produits utilisés antérieurement dans la serre;
- la fréquence d'utilisation du produit;
- l'introduction d'ennemis provenant d'autres installations;
- les stratégies de gestion des résistances qui sont en place.

Pour ralentir le développement d'une résistance, alterner les groupes chimiques à intervalles de quelques semaines ou à des intervalles déterminés par la durée d'une génération de l'insecte combattu. Voir le chapitre 9, *Activité, toxicité et application des pesticides,* p. 111, pour connaître la toxicité par groupe de produits.

On doit utiliser les pesticides de manière responsable et dans le cadre d'un programme élargi de gestion des résistances. Pour plus d'information sur les applications de pesticides, voir le chapitre 9, *Activité, toxicité et application des pesticides,* p. 111.

5. Principaux insectes et acariens nuisibles

Biosécurité

La biosécurité est un procédé qui vise à protéger une zone géographique ou une installation en particulier des ravageurs et des maladies. Elle passe par la réduction des risques d'introduction de nouveaux ennemis des cultures et l'éradication ou une maîtrise efficace de ceux qui sont déjà présents. Le temps que les producteurs consacrent à la mise en place des mesures inspirées du bon sens et destinées à prévenir l'introduction d'organismes nuisibles et de maladies sur leur ferme est un bon investissement. Dans le secteur de la floriculture pratiquée en serre, ces mesures consistent en de bonnes pratiques d'hygiène et de lutte intégrée, telles qu'elles sont décrites au chapitre 4, *Lutte intégrée contre les insectes et les acariens,* p. 45, et au chapitre 7, *Lutte intégrée contre les maladies,* p. 81. L'élaboration d'une politique de biosécurité visant les visiteurs qui pénètrent dans les installations joue aussi un rôle important dans la réduction des risques d'introduction et d'établissement de nouveaux ravageurs et de nouvelles maladies.

Organismes justiciables de quarantaine

Ce chapitre décrit les insectes et acariens nuisibles les plus fréquents dans les serres servant aux cultures ornementales. Il est important de souligner qu'il existe des ravageurs et des maladies qui, bien que très rares, peuvent avoir des répercussions dévastatrices quand ils sont présents. Certains de ces ennemis sont réputés constituer une menace et sont déclarés « justiciables de quarantaine » par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). Un organisme de quarantaine est un « organisme nuisible qui a une importance potentielle pour l'économie de la zone menacée et qui n'est pas encore présent dans cette zone ou bien qui y est présent mais n'y est pas largement disséminé et fait l'objet d'une lutte officielle » (FAO, 2004). D'autres organismes peuvent sembler inoffensifs tant qu'ils ne se sont pas manifestés, après quoi l'ACIA se prononce sur le risque qu'ils représentent. En vertu de la *Loi sur la protection des végétaux,* la présence d'organismes réglementés doit obligatoirement être signalée à l'ACIA qui décide des mesures à prendre pour réagir à cette présence. Même si ces signalements peuvent être lourds de conséquences sur le plan financier pour les producteurs, ils n'en demeurent pas moins importants pour l'industrie. Taire la présence d'un organisme de quarantaine peut menacer l'exportation de plantes ornementales vers des pays comme les États-Unis. Les organismes de quarantaine connus qui pourraient éventuellement nuire à la floriculture de serre sont répertoriés au chapitre 6, *Ravageurs occasionnels,* p. 71, et au chapitre 8, *Principales maladies des plantes de serre,* p. 93. Pour plus d'information sur les organismes réglementés, consulter le site Web de l'ACIA à *www.inspection.gc.ca* ou communiquer avec un bureau local de l'ACIA. Voir l'annexe D, *Autres ressources,* p. 155.

Thrips

Pour plus d'information sur les thrips, voir les fiches techniques du MAAARO n° 03-076, *Lutte contre les thrips sur les légumes de serre,* et n° 03-078, *Biologie des thrips : Ennemis des cultures de serre.*

Description et cycle biologique

Les thrips sont de petits insectes minces et agiles, d'environ 1,5 à 2 mm de long à pleine maturité. Les adultes varient en couleur du brun foncé ou noir au jaune ou orangé, alors que les jeunes thrips sont généralement blancs ou jaunes avec des yeux rouges. On retrouve plusieurs espèces de thrips dans les serres, y compris le thrips des fleurs, le thrips de l'oignon et le thrips des petits fruits.

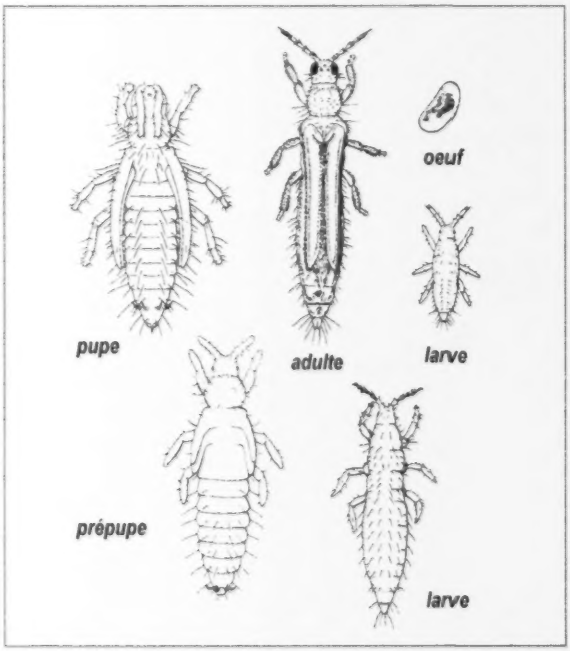
Le cycle biologique de tous les thrips est semblable (voir la figure 5–1, *Thrips des petits fruits,* p. 56). La femelle adulte pond de petits œufs blancs à l'intérieur du parenchyme. Les œufs éclosent en cinq à sept jours pour donner naissance à des nymphes blanches qui s'alimenteront des feuilles et des pétales. Avant de devenir adultes, les thrips passent par deux stades nymphaux, une prépupaison et une courte pupaison (dans le sol ou sur la plante). Les adultes peuvent vivre jusqu'à sept semaines. Une nouvelle génération peut être produite tous les vingt à trente-cinq jours, en fonction de la température.

Dommages

Les pièces buccales sont du type piqueur-suceur. Elles causent l'apparition de stries blanches sur les feuilles ou de taches translucides sur les pétales de fleurs. Leurs ravages sont caractérisés par l'accumulation de matières fécales minuscules et noires à la surface des feuilles. La femelle adulte peut aussi nuire à la qualité des fruits dans des cultures comme celle de la tomate, y compris la tomate patio, en introduisant ses œufs dans les fruits. Aux endroits où se trouvent les œufs, apparaissent des petites zones décolorées, ce qui cause un mûrissement inégal du fruit.

Cet insecte est apte à développer rapidement une résistance aux pesticides et à transmettre le virus de la tache nécrotique de l'impatiente ou celui de la maladie bronzée de la tomate, lesquels peuvent avoir un effet dévastateur sur un bon nombre de cultures serricoles courantes. Un diagnostic sûr est essentiel, car ces virus possèdent une gamme d'hôtes étendue chez qui les symptômes de l'infection virale varient énormément. La lutte contre la tache nécrotique de l'impatiente et la maladie bronzée de la tomate est difficile. Elle passe par la maîtrise des populations de thrips, l'élimination des plants infectés, et un bon désherbage à l'intérieur et à l'extérieur de la serre. L'utilisation de plantes indicatrices comme le pétunia ou la féverole à petits grains peut permettre de détecter tôt la présence des deux virus.

Figure 5–1. Thrips des petits fruits



Stratégies de lutte

La lutte doit reposer sur des dépistages réguliers avec plaquettes encollées jaunes ou bleues (les deux couleurs étant très attirantes pour les thrips des petits fruits) et sur l'inspection régulière des plantes.

On peut détecter les stades larvaires et adultes des thrips en tapotant les boutons ou les fleurs au-dessus d'une feuille de papier blanc et en inspectant ce qui s'y dépose.

Lutte biologique

On trouve sur le marché un certain nombre d'agents de lutte biologique efficaces contre les thrips : les acariens prédateurs *Amblyseius cucumeris, Amblyseius swirskii, Amblyseius degenerans* et *Hypoaspis,* la punaise anthocoride prédatrice *Orius insidiosus* et le staphylin prédateur *Atheta coriaria.*

L'idéal est d'utiliser plusieurs de ces agents. Pour accroître l'efficacité, introduire les prédateurs lorsque les niveaux de populations de thrips sont faibles et les relâcher en nombre suffisant pour maîtriser les populations de thrips.

Amblyseius cucumeris

Ce prédateur de couleur chamois se nourrit surtout des thrips du premier stade larvaire.

Amblyseius cucumeris (A. cucumeris) est habituellement livré aux producteurs dans un mélange incluant son et acariens du son. Le son fournit la nourriture aux acariens du son qui à leur tour servent de nourriture aux acariens prédateurs. Ce mélange est vendu en petits sachets ou contenants dont le dessus est conçu pour saupoudrer directement le contenu sur la culture. Les sachets constituent de petites cellules d'élevage d'où les acariens prédateurs sortent de façon échelonnée sur plusieurs semaines.

Toujours bien examiner le mélange de son avant l'emploi. Le son ne doit comporter aucune trace de moisissure ni aucune odeur d'ammoniac. On doit y voir des acariens du son et des acariens prédateurs vivants. Les acariens prédateurs sains se meuvent rapidement, tandis que les acariens du son se déplacent plus lentement. Toujours suspendre les sachets à l'abri des rayons du soleil pour éviter la déshydratation de leur contenu. Les taux d'application de ce prédateur varient selon la culture et le degré d'infestation par les thrips. Consulter un spécialiste de la lutte intégrée

du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO), un consultant ou un fournisseur d'agents de lutte biologique pour connaître les quantités à relâcher.

Amblyseius swirskii
Cet acarien prédateur ressemble beaucoup par son aspect et sa taille à *A. cucumeris*. Il est offert dans les mêmes formulations qu'*A. cucumeris* (mélanges en vrac et sachets à libération lente) et se nourrit des mêmes stades des thrips. Son efficacité serait supérieure à celle d'*A. cucumeris* particulièrement dans les cultures qui produisent du pollen comme celles du poivron ornemental, quoique les premières expériences menées dans des cultures ornementales comme celles du gerbera se révèlent aussi prometteuses. *Amblyseius swirskii* est également efficace contre d'autres ravageurs, notamment contre les aleurodes.

Consulter un spécialiste de la lutte intégrée du MAAARO, un consultant ou un fournisseur d'agents de lutte biologique pour connaître les quantités à relâcher.

Amblyseius degenerans
Ce prédateur diffère d'*A. cucumeris* par son apparence et sa capacité de tolérer des conditions moins humides. Il est foncé, très agile et se reproduit très bien sur le pollen.

On peut en faire l'élevage sur des plants de ricin qui peuvent servir de points de départ des lâchers d'insectes dans la serre. Il donne un maximum de résultats là où une source de pollen (p. ex., poivrons de serre, y compris le poivron ornemental) en favorise l'établissement. À cause de cette contrainte, il est peu probable que cet agent de lutte biologique soit la meilleure option pour la plupart des cultures floricoles lorsque le produit est expédié avant qu'il y ait eu production d'une quantité appréciable de pollen.

Hypoaspis
Cet acarien terricole complète l'action des autres agents en dévorant les pupes contenues dans le substrat. Pour plus de détails, voir la rubrique *Mouches des terreaux et mouches des rivages*, p. 65.

Orius insidiosus
L'anthocoride *Orius insidiosus* est un prédateur ailé qui se nourrit de tous les stades mobiles du thrips. Les adultes sont noirs avec des taches blanches et crème sur les ailes. Les nymphes les plus jeunes sont jaunes tandis que les plus vieilles sont d'un brun acajou foncé.

Orius insidiosus se nourrit également de pollen, de tétranyques, de pucerons, d'aleurodes, d'œufs de noctuelles et de jeunes chenilles. Toutefois, les thrips constituent sa nourriture préférée.

Les anthocorides sont sensibles à la longueur du jour et ne doivent pas être relâchés dans les serres avant la mi-mars, à moins qu'ils ne bénéficient d'au moins treize heures de clarté, comme lorsqu'on a recours à l'éclairage d'appoint.

Atheta coriaria
À l'origine, on s'est intéressé à ce coléoptère pour lutter contre les mouches des terreaux et les mouches des rivages *(Ephydridae)*, mais il dévore aussi les pupes des thrips dans le sol. Pour plus de détails, voir la rubrique *Mouches des terreaux et mouches des rivages*, p. 65.

Lutte chimique

La lutte chimique contre le thrips des petits fruits peut être difficile en raison de sa tolérance à la plupart des pesticides et de l'habitude qu'il a de s'alimenter bien au creux des boutons floraux ou sur les feuilles non encore déployées. Cette habitude en fait une cible difficile à atteindre par les insecticides, d'où l'importance, au moment des traitements, de bien couvrir toute la plante. Voici des recommandations générales concernant l'usage de pesticides pour lutter contre les thrips :

- Au seuil d'intervention (niveau de population des thrips justifiant un traitement afin d'empêcher les thrips d'atteindre le seuil d'incidence économique), faire trois pulvérisations consécutives à quatre à cinq jours d'intervalles.

- Respecter les directives de lutte contre les résistances qui figurent sur l'étiquette.

- Faire la rotation des groupes chimiques de pesticides en veillant à n'utiliser une même catégorie de pesticides que pendant la durée du cycle biologique des thrips. En règle générale, il faut donc changer de catégorie de pesticides toutes les deux ou trois semaines, selon le moment de l'année. Une même génération survit plus longtemps par temps frais.

- Quand le nombre de produits efficaces est limité, y recourir avec modération et uniquement aux moments critiques de l'année ou aux stades culturaux critiques. Adopter des stratégies de lutte intégrée afin de réduire l'utilisation des pesticides et les risques d'apparition d'une résistance.

- Appliquer les pesticides tôt le matin et tard l'après-midi, lorsque les thrips sont le plus mobiles. On s'assure ainsi d'une meilleure exposition des thrips aux pesticides.

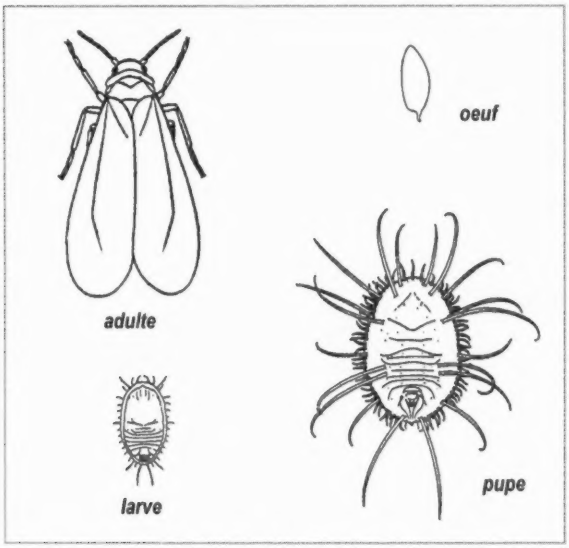
Aleurodes

Pour plus d'information sur les aleurodes, voir les fiches techniques du MAAARO n° 03-066, *Biologie de l'aleurode : Ennemi des cultures de serre*, et n° 03-068, *Lutte contre les aleurodes dans les cultures de serre.*

Description et cycle biologique

Les aleurodes adultes sont de petits insectes ailés de couleur blanche mesurant environ 1,5 à 2 mm de long. Les œufs (trop petits pour être perçus sans l'aide d'un microscope) sont pondus au revers des feuilles les plus jeunes. Un aleurode femelle peut pondre jusqu'à 300 œufs et vivre jusqu'à deux mois. Les nymphes, qui éclosent en cinq à dix jours, sont plates et font penser à une cochenille; elles se déplacent ici et là sur la feuille avant de devenir immobiles.

Figure 5–2. Aleurode des serres



Les adultes sortent après trois stades nymphaux et la pupaison. On peut voir les reliquats de pupes et les adultes au revers des feuilles du bas, qui peuvent montrer des signes de flétrissure. Le cycle biologique est généralement complété en trente-cinq jours à 18 °C et en dix-huit jours à 30 °C. Les aleurodes n'hivernent pas à un stade particulier de leur développement et peuvent survivre tant qu'il y a autour d'eux une forme ou une autre de vie végétale.

Espèces d'aleurodes

Il existe en Ontario deux espèces d'aleurodes qui préoccupent les serriculteurs : l'aleurode des serres et l'aleurode de la patate douce. Elles sont représentées à la figure 5–2, *Aleurode des serres,* sur cette page, et à la figure 5–3, *Aleurode de la patate douce,* p. 59. Les adultes des deux espèces se ressemblent beaucoup. Voici pourtant comment les différencier :

- L'aleurode de la patate douce est un peu plus petit que celui des serres et son corps est plus jaune.

- Au repos, les ailes de l'aleurode de la patate douce sont repliées en forme de tente au-dessus de son corps, tandis que l'aleurode des serres replie ses ailes à plat, presque parallèlement à la surface sur laquelle l'insecte est posé.

- Les différences majeures qui servent à l'identification des deux espèces se voient à la pupaison. La pupe de l'aleurode des serres est surélevée par rapport à la surface du limbe et son pourtour est garni d'une frange de poils, tandis que dans le cas de l'aleurode de la patate douce, la pupe repose à plat à la surface du limbe et n'a aucune frange. On remarque mieux ces caractères à l'aide d'un microscope.

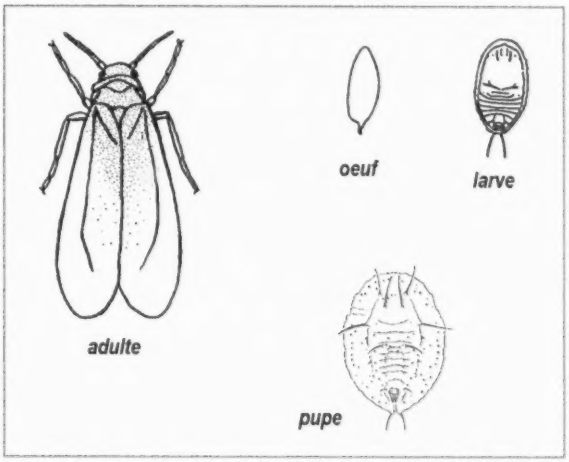
- L'aleurode de la patate douce vole davantage en ligne droite que l'aleurode des serres, qui tend à zigzaguer.

- En Ontario, l'aleurode de la patate douce infeste surtout le poinsettia même s'il peut aussi s'établir dans d'autres cultures.

- On trouve deux biotypes de l'aleurode de la patate douce en Amérique du Nord. Le biotype B est observé dans les serres depuis la deuxième moitié des années 1980, surtout dans les cultures de poinsettia. Le biotype Q, d'origine méditerranéenne, a été observé pour la première fois en Amérique du Nord en 2004, sur des poinsettias. Des rapports signalent

que ce biotype développe rapidement une résistance aux pesticides. Il aurait aussi un plus vaste éventail d'hôtes que le biotype B et contribuerait davantage à propager différents phytovirus.

Figure 5–3. Aleurode de la patate douce



Dommages

Leurs pièces buccales, de type piqueur-suceur, permettent aux aleurodes de sucer la sève des plantes et de les rendre ainsi moins vigoureuses.

Les aleurodes produisent de grandes quantités de miellat propice à la croissance du champignon responsable de la fumagine à la surface des feuilles et des fruits, amenant une réduction de l'activité photosynthétique dans le premier cas et une détérioration de la qualité des fruits, dans le second. La fumagine en soi n'endommage toutefois pas les plantes.

Les aleurodes peuvent transmettre des virus. Par exemple, l'aleurode de la patate douce serait vecteur de plus de soixante virus et on associerait l'aleurode des serres à la propagation du pseudo-virus de la jaunisse grave de la betterave dans les concombres.

Stratégies de lutte

Mettre en place un programme de surveillance systématique basé sur l'utilisation de plaquettes jaunes encollées et sur une inspection visuelle des plants.

Identifier les espèces d'aleurodes présentes dans la culture.

Envisager d'utiliser des plantes-appâts (des plantes-hôtes qui sont plus attirantes pour les aleurodes que la culture principale), comme indicatrices pour le dépistage précoce ou pour attirer les aleurodes à un endroit plus circonscrit afin de mieux les maîtriser. Des plantes comme l'aubergine et la tomate peuvent être utiles à cette fin, surtout pour attirer l'aleurode des serres; il faut savoir toutefois que le recours à ces plantes peut donner lieu à d'autres infestations qui, si on n'y prend garde, peuvent transformer la solution en un nouveau problème.

Réagir promptement dès qu'on remarque la présence d'aleurodes adultes sur les plaquettes ou sur les feuilles terminales.

Bien désherber à l'intérieur et à l'extérieur de la serre.

Lutte biologique

Trois guêpes parasites sont offertes sur le marché pour lutter contre les aleurodes : *Encarsia formosa*, *Eretmocerus mundus* et *Eretmocerus eremicus*. L'antagoniste *Encarsia formosa* est plus efficace contre l'aleurode des serres, bien qu'il permette aussi de combattre jusqu'à un certain point l'aleurode de la patate douce. *Eretmocerus mundus* est un antagoniste spécifique très efficace contre l'aleurode de la patate douce. *Eretmocerus eremicus* est plus efficace contre l'aleurode de la patate douce, mais peut aussi assurer une bonne maîtrise de l'aleurode des serres. L'acarien prédateur *Amblyseius swirskii* serait apparemment très efficace non seulement contre les thrips, mais aussi contre toutes les espèces d'aleurodes. Par ailleurs, on trouve aussi dans le commerce *Delphastus pusillus*, un petit coléoptère de couleur noire, qui n'est probablement surtout efficace que lorsque les populations d'aleurodes sont fortes (une situation que la plupart des producteurs chercheraient à combattre rapidement à l'aide de pesticides).

Une bonne hygiène, la lutte contre les mauvaises herbes et une faible population d'aleurodes au départ sont nécessaires à la réussite de la lutte biologique dirigée contre ce ravageur.

Encarsia formosa

D'une longueur d'environ 0,6 mm, les guêpes adultes tuent les aleurodes soit en pondant leurs œufs à l'intérieur des individus immatures ou des nymphes (surtout les troisième et quatrième stades larvaires) dont l'apparence fait penser aux cochenilles, soit

en se nourrissant directement des jeunes nymphes d'aleurodes. Le prédateur adulte peut vivre de quelques jours à tout un mois, selon la température. Les femelles pondent 50–350 œufs au cours de leur vie. La nymphe de l'aleurode des serres noircit de dix à quatorze jours après avoir été parasitée. En moyenne, il faut deux autres semaines avant que la guêpe adulte ne sorte. Lorsque l'adulte est complètement formé, il perce une ouverture dans la partie supérieure de la nymphe noircie avant d'en sortir. Les aleurodes de la patate douce parasités prennent une coloration jaunâtre tirant sur le brun, plus difficile à déceler. Dans la lutte biologique contre l'aleurode de la patate douce, *Eretmocerus* constitue un meilleur choix.

Voici des conseils destinés à accroître l'efficacité de l'utilisation d'*Encarsia* :

- Éviter d'utiliser des pesticides à action rémanente prolongée au moins dans les trois mois qui précèdent le lâcher initial. Consulter les listes des effets secondaires offertes par les fournisseurs d'agents de lutte biologique.

- Surveiller la culture à tous les stades de la production de façon à déceler la présence d'aleurodes et à suivre l'évolution des populations. Ces données permettent de déterminer avec plus de précision la quantité d'*Encarsia* à lâcher et le moment le plus propice pour le faire.

- Introduire *Encarsia* dès les premières manifestations de la présence d'aleurodes ou, de façon préventive, avant qu'ils ne soient détectés. Si les aleurodes sont présents avant l'introduction des antagonistes, utiliser un pesticide ayant une faible rémanence pour en abaisser la population.

- Éviter d'utiliser *Encarsia* entre décembre et février, à moins que les conditions de luminosité et de température soient modifiées pour convenir au parasite. Ces deux mois demeurent ceux où *Encarsia* a le plus de mal à s'établir dans la serre.

- Lâcher *Encarsia* aux endroits ombragés des plants, où ces parasites seront à l'abri de la lumière directe.

- Répartir uniformément les cartes, mais en placer davantage là où des aleurodes ont été vus. Pour une répartition plus uniforme, se procurer des cartes comptant chacune un moins grand nombre de nymphes parasitées.

- Au cours des opérations d'effeuillage ou d'élagage dans des cultures légumières comme celle de la tomate, ne pas ôter les feuilles portant des nymphes parasitées immatures, sous peine de nuire à l'accroissement de la population d'*Encarsia* et au taux de parasitisme.

- Continuer d'introduire *Encarsia* jusqu'à ce qu'au moins 80 % des nymphes sur les feuilles les plus vieilles aient noirci. Au cours des mois d'été, lorsque les aleurodes migrent vers les serres, il faut maintenir, voire augmenter, le nombre des parasitoïdes.

Eretmocerus mundus et Eretmocerus eremicus
Les adultes sont jaunes et mesurent environ 0,6 mm de long. Les femelles pondent leurs œufs sous des larves d'aleurodes qui ont habituellement atteint le deuxième ou le troisième stade larvaire. La proportion des sexes chez cette guêpe est de 1:1 (mâle:femelle), alors que dans le cas d'*Encarsia,* toute la population est femelle. L'efficacité de cette guêpe est attribuable au parasitisme et à l'alimentation des hôtes. Les nymphes d'aleurodes parasitées prennent une couleur jaune brunâtre, aussi bien chez l'aleurode des serres que chez l'aleurode de la patate douce. *E. mundus* est spécifique à *Bemisia* (aleurode de la patate douce), tandis qu'*E. eremicus* se nourrit des deux espèces d'aleurodes.

Amblyseius swirskii
Cet acarien prédateur ressemble beaucoup par sa taille et son aspect à *A. cucumeris,* un prédateur des thrips. Il se nourrit aussi de thrips, mais, contrairement à *A. cucumeris,* il est également un prédateur très efficace des aleurodes. Comme l'importation au Canada de cet agent de lutte biologique n'a été autorisée qu'au printemps 2006, les données d'expérimentation sont encore limitées.

Amblyseius swirskii se nourrit des œufs et des larves mobiles des aleurodes, ce qui en fait un agent de lutte biologique très compatible avec les guêpes parasites utilisées contre les aleurodes, qui elles, s'attaquent aux stades plus tardifs. *A. swirskii* est vendu en mélanges en vrac ou en sachets à libération lente.

Apparemment, cet agent de lutte biologique serait particulièrement efficace dans les cultures qui produisent du pollen. Les premières expériences menées dans des cultures ornementales comme celles du gerbera se révèlent prometteuses.

Consulter un spécialiste de la lutte intégrée du MAAARO, un consultant ou un fournisseur d'agents de lutte biologique pour connaître les quantités à relâcher.

Delphastus pusillus

Delphastus est un coléoptère prédateur. À la fois les stades adulte et larvaires de *Delphastus pusillus* s'alimentent d'aleurodes, en particulier de leurs œufs et de leurs nymphes. Apparemment, *Delphastus* évite les nymphes déjà parasitées, se nourrissant essentiellement de celles qui sont non parasitées. Ce comportement en fait un allié compatible avec l'utilisation d'*Encarsia*. On recommande d'utiliser ce coléoptère comme complément à l'activité d'*Encarsia*, dans le but de réduire les populations d'aleurodes. Le *Delphastus* adulte vit de six à neuf semaines. On dit qu'il a besoin de consommer un minimum de dix œufs d'aleurode par jour pour être en mesure de se reproduire.

Lutte physique

Pièges encollés

Les pièges jaunes encollés, sous différentes formes, permettent de capturer de grandes quantités d'aleurodes adultes. Les grosses plaquettes jaunes encollées sont placées près des foyers d'infestation. On peut aussi suspendre un ruban jaune encollé entre les poteaux le long des rangs. Ces rubans permettent aussi de capturer les mouches des terreaux, les mouches des rivages *(Ephydridae)*, *Aphidius* spp. et *Encarsia*, surtout si les populations d'aleurodes sont faibles. Se méfier de l'utilisation de nombreux rubans encollés en association avec des parasitoïdes, notamment *Eretmocerus*, qui est fortement attiré par la couleur jaune.

Aspiration

L'utilisation d'un aspirateur à main est un moyen très efficace de détruire rapidement les aleurodes adultes près des foyers d'infestation.

Filets anti-insectes

La protection des portes et des prises d'air par des moustiquaires à mailles très serrées réduit considérablement la migration vers la serre des aleurodes provenant de l'extérieur. Lorsque les aleurodes migrent en grands nombres à certaines périodes de l'année (durant la récolte, par exemple) en provenance de champs adjacents (champs de tomates, par exemple), l'installation de moustiquaires doit être la première ligne de défense.

Lutte chimique

Pour faire une utilisation rationnelle et judicieuse des pesticides, il faut mettre en place un programme de surveillance soutenu, déterminer l'importance des populations d'aleurodes et la pertinence des traitements, faire la rotation des catégories de pesticides et recourir à des mesures de lutte non chimiques. Les aleurodes ont développé une résistance à de nombreux pesticides. On doit faire preuve de circonspection si l'on veut prolonger l'utilisation de ces produits et en même temps retarder l'apparition d'une résistance.

Lorsqu'on utilise un insecticide systémique comme Intercept, on doit s'assurer de l'appliquer correctement. Il faut que le système racinaire soit bien développé et que le plant soit en croissance active. Si l'on pince le plant, on doit attendre de dix à quatorze jours avant d'appliquer le produit. On limite l'arrosage pendant la semaine qui suit l'application afin de réduire le lessivage; Intercept est très soluble à l'eau et est facilement lessivé hors du pot.

Tétranyque à deux points

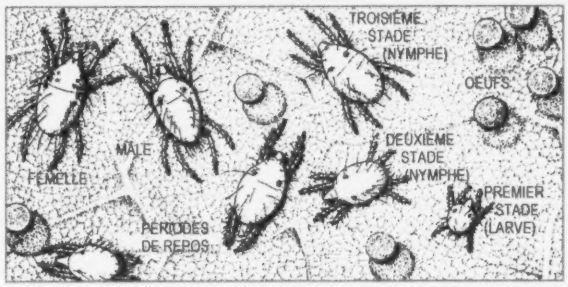
Description et cycle biologique

Le tétranyque à deux points s'attaque à une gamme étendue de cultures de serre. La femelle adulte a huit pattes, possède un abdomen rond et mesure environ 0,5 mm de long. Le mâle se distingue de la femelle par son corps plus petit et plus étroit et par son abdomen effilé. La coloration des adultes varie du jaune pâle à l'orangé et au brun. Le stade d'hivernage ou de diapause est de couleur rouge orangé. La réduction de la luminosité à douze heures ou moins, la baisse de la température et la raréfaction des aliments sont autant de facteurs qui peuvent déclencher la diapause chez le tétranyque. Pendant cette diapause, il peut tolérer de très basses températures; une brève période de réchauffement ne suffit pas à le sortir de sa dormance.

L'inspection visuelle de la face inférieure des feuilles mettra en évidence les tétranyques sous la forme de minuscules points mobiles. Les deux points foncés sur le corps du tétranyque délimitent le contenu gastro-intestinal vu à travers son corps transparent. Après l'accouplement, la femelle commence à pondre environ six œufs blanc nacre par jour. Sur une durée de vie moyenne, la femelle peut pondre 100 œufs et plus à la face inférieure du feuillage. Les insectes

fraîchement éclos passent par le stade larvaire typique à six pattes, puis par les stades de la protonymphe et de la deutonymphe à huit pattes. Le dernier stade est caractérisé par une période de repos et d'immobilité où les individus sont très tolérants aux acaricides. Le cycle biologique, de l'œuf à l'adulte, dure vingt-trois jours à 15 °C et quatre jours seulement à 32 °C (figure 5–4, *Tétranyque à deux points,* sur cette page). Le développement est accéléré par temps chaud et sec.

Figure 5–4. Tétranyque à deux points



Dommages

À tous les stades actifs de son développement, le tétranyque à deux points s'alimente en piquant l'épiderme inférieur de la feuille à l'aide de ses pièces buccales de type suceur. Au début, les dégâts se limitent à quelques piqûres jaunes sur la feuille Cependant, au fur et à mesure que la population augmente, les dégâts s'étendent à la feuille tout entière, qui prend alors une apparence pâlotte ou dont la face supérieure se couvre de ponctuations. Les feuilles gravement infestées deviennent jaunes, cassantes, et sont couvertes de toiles.

Certaines plantes (p. ex., l'hibiscus) affichent une réaction de toxicité à l'alimentation des tétranyques à deux points; les feuilles jaunissent et tombent du plant même à des densités de population des tétranyques relativement faibles. Si on n'intervient pas pour réprimer l'infestation, les plantes peuvent en mourir.

Les populations de tétranyques paraissent pulluler à certains moments de l'année en raison de l'influence de la température sur leur cycle biologique. D'autres facteurs comme l'hygrométrie, la nutrition végétale et les cultivars sont aussi importants, et peuvent à l'occasion contribuer à réprimer les infestations.

Stratégies de lutte

Dans les cultures ornementales, la surveillance doit reposer sur une inspection périodique des plantes en vue de détecter les premières infestations avant que les tétranyques ne pullulent. Il faut être particulièrement vigilant si la culture et le cultivar sont vulnérables à ce ravageur. Dans certaines cultures, comme celle du rosier, il faut inspecter à la fois la partie supérieure et la partie inférieure du feuillage.

Pour réduire l'importance des premières infestations dans les cultures légumières subséquentes, un bon nettoyage doit être fait en fin de saison de culture, soit juste avant que les tétranyques n'entrent en diapause. Le fait est que les tétranyques passent l'automne et l'hiver à l'abri au sol, dans les tiges creuses, les raccords de tuyauterie, les fissures et les crevasses. Les tétranyques reprennent leur activité vers la fin de l'hiver et au début du printemps. Les stades où le tétranyque est rouge sont généralement assez tolérants aux pesticides et ne sont pas des proies faciles pour les prédateurs. Lorsqu'on détecte des tétranyques rouges sortis de leur diapause, il est recommandé de pulvériser un savon insecticide sur les feuilles légèrement infestées, ainsi que d'enlever et de détruire celles qui sont gravement infestées.

Lutte biologique

La lutte biologique contre le tétranyque est possible grâce à l'acarien prédateur *Phytoseiulus persimilis.* D'autres acariens prédateurs, dont certaines souches qui résistent à des températures élevées ou à certains pesticides, peuvent aussi contribuer à réduire les populations de tétranyques. Ainsi, l'acarien prédateur *Amblyseius californicus* tolérerait mieux la sécheresse tandis qu'*Amblyseius fallacis* serait résistant à certains pesticides. De nombreux producteurs ontariens obtiennent de bons résultats avec ces prédateurs.

Phytoseiulus persimilis

Phytoseiulus persimilis est à peu près de la même grosseur que le tétranyque à deux points. Il se distingue toutefois du ravageur par son corps piriforme, par l'absence des deux points, par sa couleur qui va du saumon pâle à l'orangé vif, par ses déplacements qui sont beaucoup plus rapides et par ses longues pattes. Il se nourrit spécifiquement de tétranyques et n'entre pas en diapause.

En l'absence de tétranyques, le prédateur meurt, si bien qu'il faut le réintroduire à chaque nouvelle

infestation. Les prédateurs adultes dévorent environ sept adultes ou 15–20 œufs par jour. À 20 °C, *P. persimilis* se reproduit pratiquement deux fois plus vite que le tétranyque à deux points. La lutte à l'aide de cet insecte utile donne un maximum de résultats entre 20 et 26 °C. À plus de 30 °C et à des taux d'humidité inférieurs à 60 %, les prédateurs deviennent moins efficaces, car ils cherchent alors à se réfugier dans la partie basse du feuillage où ils sont plus au frais. Par contraste, ces mêmes conditions sont propices à la prolifération des tétranyques.

Les prédateurs sont offerts sur le marché soit mélangés à de la vermiculite, soit sur des feuilles de haricots. Avec l'un ou l'autre support, il faut toujours traiter les plants infestés dès les premiers signes de dommages. Dans la mesure du possible, placer quelques prédateurs sur chacune des feuilles infestées. Avant de lâcher les prédateurs, toujours s'assurer qu'ils sont bien vivants et très actifs.

Lutte culturale

La pulvérisation d'eau en brouillard sur les plants et l'élévation des niveaux d'humidité contribuent à supprimer les populations de tétranyques. Ainsi, à 20 °C et à 36 % d'humidité relative, les tétranyques à deux points femelles pondent environ sept œufs par jour. Quand l'humidité relative grimpe à 95 %, elles pondent environ 30 % moins d'œufs.

Lutte chimique

En raison de leur capacité de reproduction énorme, les tétranyques à deux points développent facilement une résistance aux pesticides. Si l'on compte en réprimer les populations à l'aide de pesticides, voici les directives à observer :

- Diriger le jet sous les feuilles, là où se regroupent normalement les tétranyques.
- Un bon recouvrement est indispensable pour une lutte efficace, surtout lorsqu'on utilise des acaricides comme Dyno-Mite, Floramite et Shuttle.
- Comme les toiles qu'on retrouve dans les zones de fortes infestations peuvent servir à protéger les tétranyques et les œufs qui se dissimulent à l'intérieur de la toile ou derrière celle-ci, il faut parfois augmenter la pression afin d'y faire pénétrer la bouillie.
- Mettre en œuvre des mesures de lutte non chimiques dans toute la mesure du possible pour réduire l'apparition d'une résistance aux pesticides.

Pucerons

Pour plus d'information sur les pucerons, voir la fiche technique n° 06-082 du MAAARO, *Les pucerons en serriculture.*

Description et cycle biologique

Les pucerons sont des insectes de petite taille (2 à 3 mm), à corps mou, possédant des pattes et de longues antennes Une paire d'appendices tubulaires, les cornicules, prolongent la partie postérieure de l'insecte. On peut retrouver plusieurs espèces dans les serres, dont la coloration varie entre le noir, le gris, le rouge, le jaune et le vert. Les espèces de pucerons les plus fréquentes dans les serres sont le puceron vert du pêcher *(Myzus persicae)*, le puceron du melon *(Aphis gossypii)*, le puceron de la digitale *(Aulacorthum solani)* et le puceron de la pomme de terre *(Macrosiphum euphorbiae)*.

Le puceron vert du pêcher était l'espèce de puceron dominante en Ontario jusqu'à la fin des années 1990, époque où le puceron du melon a commencé à se voir de plus en plus. Depuis la fin des années 1990, on assiste à une augmentation dans les serres de l'Ontario de l'incidence du puceron de la pomme de terre et du puceron de la digitale, si bien qu'à l'heure actuelle, le puceron de la digitale est l'un des pucerons nuisibles qu'on observe le plus fréquemment.

Les pucerons adultes sont en majorité aptères, quoique dans des conditions de densités de population élevées, des adultes ailés puissent également se développer. Cette adaptation est un mécanisme de dissémination qui permet aux pucerons en provenance de l'extérieur de s'introduire dans la serre, ou de se propager rapidement à l'intérieur de la serre.

Dans une serre, tous les pucerons sont femelles. Leurs petits naissent vivants et peuvent se reproduire en sept à dix jours (voir la figure 5–5, *Puceron vert du pêcher*, p. 64). Un puceron peut engendrer de 60 à 100 petits sur une période de vingt jours. Les populations croissent donc très rapidement.

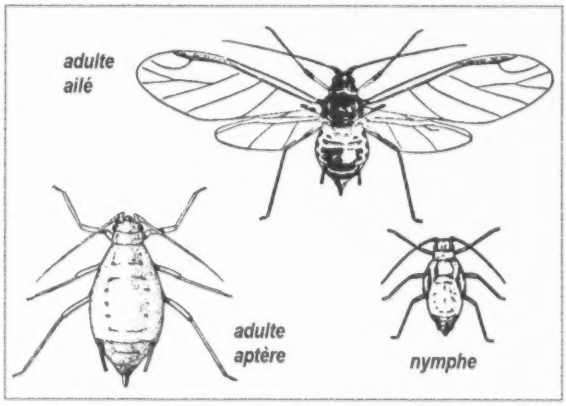
Dommages

Les pucerons piquent le tissu végétal avec leurs pièces buccales et sucent la sève, ce qui provoque une déformation des feuilles et des fleurs. La déformation des points végétatifs des plantes est particulièrement fréquent chez les espèces infestées par le puceron de la digitale.

Les pucerons passent par un certain nombre de stades avant de devenir adultes. Les dépouilles qu'ils laissent chaque fois derrière eux sont des signes visibles de leur présence.

Ils exsudent une substance sucrée et collante, appelée miellat, qui favorise le développement de la fumagine. Certains pucerons ont la capacité de transmettre des maladies virales des plantes, par exemple le virus de la mosaïque du concombre dans les cucurbitacées.

Figure 5–5. Puceron vert du pêcher



Stratégies de lutte

Pour le dépistage, on emploie des plaquettes jaunes encollées qui piègent les adultes ailés.

Dans le cas des pucerons aptères toutefois, il est important d'inspecter soigneusement et régulièrement les nouvelles feuilles afin d'empêcher une grosse infestation de se développer.

Les traitements localisés de foyers d'infestation isolés peuvent prévenir leur dispersion dans le reste de la serre.

Lorsque l'infestation se produit au stade de la floraison, une fumigation peut s'avérer plus efficace et moins phytotoxique.

Lutte biologique

Il existe plusieurs agents de lutte biologique qu'on peut se procurer facilement : le moucheron prédateur *Aphidoletes aphidimyza,* la guêpe parasite *Aphidius* spp. et les coccinelles *(Hippodamia convergens* et *Harmonia axyridis).* Les moucherons *Aphidoletes* et les coccinelles servent normalement de complément à l'action de l'*Aphidius,* afin de réduire les populations de pucerons dans les zones de forte infestation.

Aphidoletes aphidimyza

Au stade adulte, *Aphidoletes aphidimyza* ressemble à un petit moustique ou à une mouche des terreaux. Les femelles pondent leurs œufs (jusqu'à 200 au cours de leur vie) à proximité des colonies de pucerons, si bien que dès leur éclosion, les larves de couleur orangée sont tout près de leur source de nourriture.

Les larves éclosent habituellement au bout de deux ou trois jours. Après sept à quatorze jours de stade larvaire, elles tombent au sol pour la pupaison. Ce stade dure habituellement environ deux semaines. L'*A. aphidimyza* adulte se nourrit de miellat. Les larves peuvent tuer 3–50 pucerons par jour. Compte tenu de la longueur normale du jour, *A. aphidimyza* entre en diapause entre septembre et mars et il est par conséquent inefficace au cours de cette période.

Aphidius spp.

Cette guêpe parasite n'entre pas en diapause et peut être efficace toute l'année. Pendant l'été, d'autres espèces de guêpes parasites vivent aux dépens d'*Aphidius,* réduisant ainsi l'influence que cette dernière exerce sur les populations de pucerons. Les conditions optimales pour *Aphidius* sont entre 18 et 25 °C et 80 % d'humidité relative. Le passage d'*Aphidius* de l'œuf à l'adulte prend environ dix jours à 25 °C, et quatorze jours à 21 °C.

Plusieurs espèces d'*Aphidius* sont offertes sur le marché. *Aphidius matricariae* peut parasiter une quarantaine d'espèces de pucerons, y compris le puceron vert du pêcher. Cette guêpe se retrouve à l'état naturel en Ontario et il n'est pas rare d'en retrouver des infestations dans les serres là où l'emploi de pesticides a été réduit. *Aphidius colemani* est efficace contre le puceron du melon et le puceron vert du pêcher, mais non contre le puceron de la digitale ni contre le puceron de la pomme de terre. *Aphidius ervi* constitue le meilleur choix pour lutter contre le puceron de la digitale et le puceron de la pomme de terre.

Coccinelles (Harmonia axyridis et Hippodamia convergens)
À la fois les stades adulte et larvaire de la coccinelle se nourrissent de pucerons et peuvent en dévorer de grands nombres au cours de leur vie. Les coccinelles entrent en diapause lorsque les journées raccourcissent. Si la longueur du jour leur est favorable, les coccinelles se nourriront de pucerons pour maintenir leur activité de ponte. Les œufs sont fuselés, orangés et disposés en cercle à la face inférieure des feuilles. Ils éclosent en deux à cinq jours.

Le stade larvaire dure environ trois semaines, après quoi les larves se transforment en pupes. Les adultes sortent des pupes après trois à cinq jours. Pour accroître le pourcentage de coccinelles qui restent dans la serre, pulvériser un liquide sucré, telle une boisson gazeuse diluée, sur les insectes, et faire les lâchers tard en soirée. Ce liquide sucré est une source immédiate d'énergie et d'eau.

La coccinelle *Harmonia* (aussi appelée « coccinelle asiatique » ou « coccinelle asiatique multicolore ») est elle-même un insecte nuisible dans le sud de l'Ontario. Comme de grandes populations s'y sont établies, elles en sont venues à envahir les maisons où elles trouvent refuge durant l'hiver, incommodant ainsi les occupants. Plus grave encore, elles sont également un ennemi du raisin de cuve (raisin destiné à la préparation du vin), du fait que les coccinelles adultes infestent les grappes de raisin et contaminent le moût. Leur établissement en plein air en Ontario est lié non pas à leur utilisation comme agent de lutte biologique dans les serres, mais plutôt à leur introduction en Amérique du Nord en provenance d'Asie il y a de nombreuses années. Toutefois, la mauvaise presse qu'ont ces insectes fait en sorte que de moins en moins d'insectariums commerciaux en produisent et en vendent, même si ces coccinelles peuvent être très efficaces dans les serres.

Mouches des terreaux et mouches des rivages (mycétophiles et sciarides)

Pour plus d'information sur les mouches des terreaux et les mouches des rivages, voir la fiche technique n° 06-080, du MAAARO, *Mouches des terreaux et mouches des rivages dans les cultures de serre.*

Description et cycle biologique

La mouche adulte, de couleur gris-noir, mesure environ de 3 à 4 mm de long et possède de longues pattes, des antennes filiformes et de grands yeux composés qui se rejoignent à la base des antennes. L'adulte vole peu et peut être fréquemment observé se reposant à la surface du substrat. Chaque femelle a une longévité d'une dizaine de jours et pond quelque 150 œufs blancs et ovales dans la matière organique du milieu de culture. Ces derniers éclosent en deux à sept jours, selon la température, pour donner place à des larves blanches de 4 à 6 mm de long.

Les larves ont douze segments abdominaux et une tête noire luisante caractéristique. Au cours de la pupaison, qui s'effectue dans le sol, les larves demeurent immobiles pendant quatre à six jours, après quoi les mouches adultes en sortent. Les mouches des terreaux, comme la plupart des insectes, sont plus actives et se développent plus rapidement à des températures plus élevées. Le cycle biologique (voir figure 5–6, *Sciaride*, p. 66) prend vingt et un jours à 24 °C, comparativement à trente-huit jours à 16 °C.

Attention de ne pas confondre la mouche des terreaux avec la mouche des rivages ou « mouche brune » *(Ephydridae)*, un autre ravageur qu'on trouve fréquemment dans les serres, mais qui est toutefois plus gros, vole davantage et se distingue par quatre points transparents sur les ailes. Ses larves (voir figure 5–7, *Mouche des rivages*, p. 66) vivent dans le sol comme celles des mouches des terreaux, mais elles n'ont pas la tête globuleuse noire caractéristique de ces dernières. Les mouches des rivages se propagent mieux en milieu humide. On les trouve souvent dans des zones humides sous les banquettes où les adultes comme les larves se nourrissent d'algues.

Les mouches des rivages ne sont habituellement pas considérées comme une menace directe pour les cultures de serre, mais peuvent s'attaquer aux racines des plants dans les serres où l'eau est recyclée. La lutte contre les mouches des rivages passe par la maîtrise des algues, soit directement, par l'emploi de produits chimiques, soit indirectement, par un abaissement du taux d'humidité nécessaire à la prolifération des algues ou par une réduction de la forte luminosité nécessaire aux algues, qui peut se faire par l'installation d'une jupe noire autour des banquettes.

Dommages

Bien qu'elles se nourrissent généralement de matière organique en décomposition dans le sol, les mouches des terreaux peuvent également s'en prendre aux jeunes racines de plantes, surtout si elles pullulent.

Elles ont aussi déjà été observées en train de se nourrir de jeunes pousses de concombre. Les plantes dont les racines ont été attaquées par les mouches des terreaux sont plus vulnérables aux maladies racinaires comme le pourridié pythien. D'ailleurs, les mouches des terreaux et les mouches des rivages jouent un rôle dans la propagation d'organismes pathogènes comme *Pythium, Fusarium, Verticillium* et *Rhizoctonia.*

Stratégies de lutte

L'hygiène dans la serre tout comme à l'extérieur est indispensable.

Éviter l'arrosage excessif et assurer un drainage convenable du milieu de culture pour empêcher la formation de flaques, car les mouches des terreaux et les mouches des rivages se plaisent dans un environnement humide.

Lutte biologique

La lutte biologique fait appel à un acarien prédateur, *Hypoaspis miles,* à un coléoptère prédateur, *Atheta coriaria,* et à un nématode parasite, *Steinernema feltiae.*

Figure 5–6. Sciaride

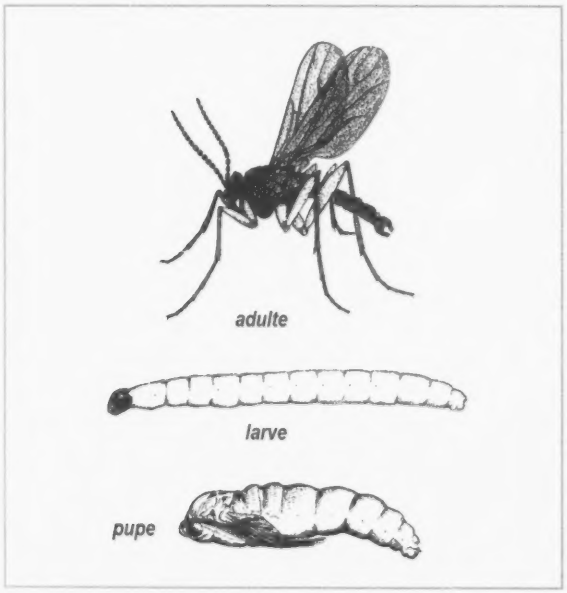
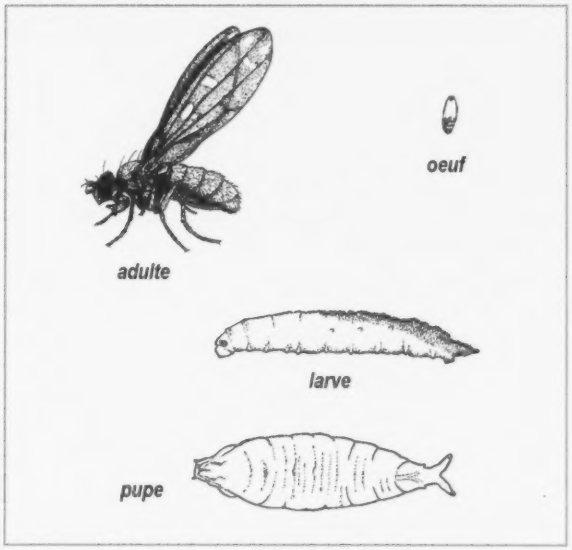


Figure 5–7. Mouche des rivages



Hypoaspis

Hypoaspis est un acarien brun vivant dans le sol qui se nourrit des œufs et des larves de sciarides ainsi que d'algues, de pupes de thrips, de collemboles, de nématodes et de larves d'un certain nombre de mouches et de coléoptères. *Hypoaspis* est un acarien résistant qui peut survivre environ vingt-quatre jours sans nourriture et qui n'est pas affecté par le manque de lumière. Son cycle biologique dure de neuf à onze jours environ dans une serre.

On trouve *Hypoaspis* à la surface ou dans le premier centimètre supérieur de substrat. L'efficacité d'*Hypoaspis* est optimale lorsqu'on l'intègre au substrat immédiatement après l'empotage, ou la mise en terre dans le cas des plantules de légumes; autrement dit, tandis que les populations de mouches des terreaux sont faibles ou inexistantes.

Atheta coriaria

Le staphylin *Atheta coriaria* est un petit coléoptère terricole noir, d'environ 3–4 mm de long, très actif. Tant l'adulte que les larves durant leurs trois stades de développement exercent leur activité prédatrice sur les mouches des terreaux (œufs et larves), les mouches des rivages (œufs et larves) et les thrips (pupes). Le staphylin est élevé commercialement, mais il existe également à l'état naturel et se rencontre souvent dans les serres où l'on réduit l'emploi des pesticides. On doit l'utiliser de la même façon que *Hypoaspis,* en le plaçant

de bonne heure dans la culture pour combattre les ravageurs terricoles.

Nématodes

Les nématodes *Steinernema feltiae* s'emploient surtout lorsque les populations de mouches des terreaux sont importantes. Ils envahissent les larves de mouches des terreaux par leurs orifices, puis y libèrent des bactéries qui se multiplient et tuent les larves. Comme les nématodes seraient apparemment incapables de se reproduire une fois qu'ils ont envahi les larves de mouches des terreaux, plusieurs applications consécutives de nématodes sont nécessaires pour une lutte efficace. Les nématodes ne maîtrisent pas les mouches des rivages.

Pour optimiser la lutte au moyen de nématodes :

- Préparer la bouillie avec de l'eau froide. Les nématodes ont de faibles réserves d'énergie et celles-ci sont épuisées plus rapidement à des températures plus douces.
- Remuer ou agiter périodiquement les solutions renfermant des nématodes afin d'oxygéner l'eau et d'empêcher les nématodes de se déposer au fond du réservoir. On peut atteindre ces deux objectifs en utilisant une pompe à air commerciale pour étangs ou un barboteur d'aquarium.
- Utiliser ces solutions le plus tôt possible une fois qu'elles sont mélangées.
- Maintenir la température du substrat entre 16 et 30 °C.
- Toujours protéger le milieu de croissance des nématodes des rayons directs du soleil pour éviter la destruction des bactéries à l'intérieur du corps des nématodes.
- Maintenir le substrat à un pH de 3–8.
- Vérifier la compatibilité des pesticides ou leur activité résiduelle avant de les appliquer sur le substrat ayant reçu ou destiné à recevoir des nématodes.

Lutte chimique

Un insecticide appliqué par arrosage abondant du sol peut éliminer efficacement les larves.

Mineuses

Description et cycle biologique

Il existe deux principales espèces de mineuses d'intérêt pour les serriculteurs de l'Ontario : la mineuse maraîchère *(Liriomyza sativae)* et la mouche mineuse de Floride ou mineuse sinuante *(Liriomyza trifolii).* Une troisième espèce, la mouche mineuse sud-américaine *(Liriomyza huidobrensis),* responsable de dommages graves dans d'autres parties du monde, a été vue également en Ontario. Bien que la mineuse sinuante puisse compléter son cycle biologique sur les tomates et les concombres, elle préfère les chrysanthèmes, gerberas et gypsophiles. Par contre, la mineuse maraîchère préfère les tomates, les concombres et le céleri, mais s'attaque aussi aux chrysanthèmes et à d'autres plantes en l'absence de ses hôtes préférés. La mouche mineuse sud-américaine possède un large éventail d'hôtes et peut aussi bien envahir des cultures de plein champ, notamment des cultures de crucifères, de laitue et de céleri. Les trois espèces de mineuses ont une apparence et une biologie similaires.

La mineuse adulte est petite (environ 3 mm de long) et possède des marques jaunes et noires sur la tête et le thorax. Les adultes deviennent actifs à l'aube. Les femelles s'alimentent des feuilles succulentes et tendres en perçant la surface de la feuille de leur ovipositeur et en léchant le liquide qui en exsude. Elles laissent sur les feuilles des points facilement observables, car ceux-ci prennent la forme caractéristique de petites cicatrices circulaires surélevées à la surface des feuilles.

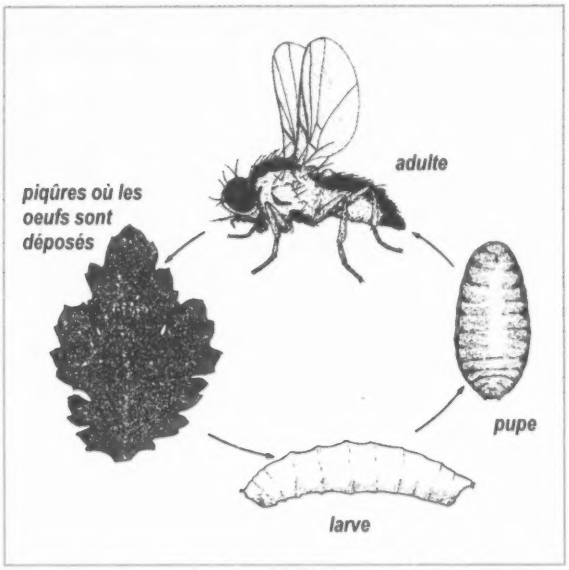
Les femelles commencent à pondre entre douze et vingt-quatre heures après leur sortie de la pupe. Elles pondent approximativement 250 œufs durant leur vie d'environ trente jours en déposant les œufs à raison d'environ un œuf toutes les sept piqûres de la feuille. La température optimale pour le développement de la mineuse est de 30 °C. Plus la température s'écarte de 30 °C, au-dessus ou au-dessous, plus grande est la chute de la ponte. Après deux à quatre jours, les œufs éclosent et les larves commencent à s'alimenter et à miner le tissu de la feuille.

Les larves mettent de quatre à sept jours (selon la température) pour arriver à maturité en été; elles découpent ensuite un trou à la surface de la feuille et tombent au sol. La pupaison se produit en l'espace de quelques heures et les pupes demeurent dans le

sol ou sur la pellicule de plastique, le cas échéant. La pupaison peut également avoir lieu sur les feuilles. Le stade pupal peut durer de cinq à dix jours en été et jusqu'à quatre-vingt-dix jours si les températures sont basses (10–12 °C) et que la nourriture est rare. Ce facteur peut expliquer la survie hivernale de l'insecte le long du périmètre intérieur de la serre, en dépit de l'absence de mineuses adultes. Une nouvelle génération de mouches adultes sort de ces pupes.

À l'intérieur d'une serre, il y a un chevauchement considérable des divers stades du cycle biologique de l'insecte. Le cycle complet de la mineuse (figure 5–8, *Mineuse,* sur cette page) peut s'effectuer en quatorze jours à 30 °C, vingt-quatre jours à 20 °C, et soixante-cinq jours à 14 °C.

Figure 5–8. Mineuse



Dommages

Les mineuses peuvent nuire indirectement au rendement des cultures en réduisant la surface de la plante servant à la photosynthèse et en endommageant les vaisseaux transportant l'eau, entraînant du coup la dessiccation et la chute des feuilles.

En nuisant à l'apparence des cultures ornementales, les dommages causés par la mineuse peuvent occasionner des pertes économiques importantes.

Stratégies de lutte

Faire l'examen minutieux de tout nouveau matériel végétal introduit dans la serre.

Détruire les plantules, boutures ou parties de plantes infestées ainsi que tout tissu picoté.

Si la culture se fait sur des planches au sol, stériliser à la vapeur tout le plancher de la serre entre les cultures.

Faire le dépistage des populations d'insectes nuisibles à l'aide de plaquettes jaunes encollées et d'inspections régulières des cultures.

Éliminer les mauvaises herbes à l'intérieur comme à l'extérieur de la serre. Les plantes adventices comme le chénopode blanc, le céraiste vulgaire, le pissenlit, le plantain, la mauve négligée et la morelle sont de bons hôtes pour la mineuse.

Éviter de surfertiliser la culture, car un excès d'azote peut accroître les problèmes causés par la mineuse.

Mettre les feuilles tombées dans des sacs et les sortir de la serre le plus tôt possible. Les larves de mineuses peuvent compléter leur développement dans les feuilles même une fois que celles-ci sont détachées du plant.

Lutte biologique

La lutte biologique repose sur deux guêpes parasites *Diglyphus isaea* et *Dacnusa sibirica.* La guêpe *Diglyphus* s'avère un meilleur choix l'été, puisqu'on bénéficie alors d'une augmentation naturelle de sa population du fait de la migration à l'intérieur de la serre d'individus de la même espèce présents dans l'écosystème environnant. Il semblerait que l'hiver, la guêpe *Dacnusa* donne de meilleurs résultats.

Diglyphus isaea

Diglyphus est une petite guêpe noire ayant des reflets vert métallique et de courtes antennes. Une fois qu'elle a localisé une galerie, la femelle paralyse d'abord la larve, puis insère tout près d'elle un œuf dans la feuille. Elle peut déposer de cette façon jusqu'à cinq œufs dans une galerie. La larve qui éclot est au départ incolore, puis devient jaune-brun et finalement turquoise. Le passage de l'œuf à l'adulte prend environ onze jours à 25 °C, soit en général moins de temps que pour la mineuse et la guêpe *Dacnusa.*

La guêpe *Diglyphus* peut parasiter des mineuses déjà parasitées par la guêpe *Dacnusa,* si bien qu'elle devient l'espèce dominante au cours de l'été lorsque les conditions de température sont propices à son activité. La présence de galeries courtes est un indice de l'activité de la guêpe *Diglyphus,* étant donné qu'une fois parasitée, la mineuse cesse immédiatement de s'alimenter. On peut détecter la présence de larves de la guêpe *Diglyphus* en tenant des feuilles infestées par des mineuses contre une source de lumière et en les examinant à l'aide d'une loupe.

Dacnusa sibirica

Dacnusa est une petite guêpe noire qui diffère de la guêpe *Diglyphus* par ses longues antennes souples et l'absence de reflets vert métallique. Contrairement à la femelle *Diglyphus,* la femelle *Dacnusa* insère un œuf directement dans le corps de la mineuse. Chaque femelle vit environ deux semaines, période pendant laquelle elle peut pondre jusqu'à 90 œufs.

Les œufs éclosent en quatre jours. Les larves viennent à maturité à l'intérieur des pupes de mineuse. Le passage de l'œuf à l'adulte prend environ deux semaines à 22 °C. Toute la croissance de la guêpe *Dacnusa* se fait à l'intérieur du corps de la mineuse, ce qui rend difficile l'évaluation de l'activité du parasite.

Lutte chimique

Savoir que cet insecte développe facilement une résistance aux insecticides.

S'assurer d'un bon recouvrement de la culture par le pesticide.

Faire une rotation des différents groupes de pesticides toutes les deux ou trois semaines, dans les cultures pour lesquelles des pesticides sont homologués. À l'heure actuelle, les seuls pesticides homologués le sont pour des cultures ornementales.

Les croquis d'insectes et d'acariens qui illustrent ce chapitre sont des reproductions autorisées de croquis tirés de *Insect and Related Pests of Flowers and Foliage Plants*. North Carolina Co-operative Extension Service, Ed. J. R. Baker, 1994.

6. Ravageurs occasionnels

Acariens

Phytopte des tomates

L'adulte mesure 0,2 mm de long et 0,05 mm de large. Vu sa petite taille, on le remarque sur les plantes seulement quand sa population a déjà atteint un niveau dommageable. Lorsqu'il pullule, le phytopte donne aux tiges, aux feuilles et aux fruits une coloration beige ou bronze.

Le phytopte des tomates s'accommode très bien de la sécheresse. Il peut achever son cycle biologique en six jours à 27 °C et à 30 % d'humidité relative. La femelle peut pondre environ 16 œufs durant les trois semaines environ que dure sa vie. Les phytoptes se nourrissent d'abord des tiges avant de s'attaquer aux feuilles.

Les symptômes d'une infestation sont le jaunissement, l'enroulement et le flétrissement des feuilles, l'avortement des fleurs en plus de fruits bronzés et fendillés. Sans traitement destiné à en réduire les populations, les phytophes des tomates finissent par tuer les plants.

Les plantes-hôtes intermédiaires du phytopte comprennent la morelle et le pétunia, ainsi que plusieurs espèces appartenant à la famille des solanacées (tomates).

Il n'existe aucune technique de dépistage précoce de ce ravageur. Une fois qu'il est établi dans une culture, il est facilement disséminé par les mains, le matériel et les vêtements.

Aucune mesure de lutte biologique n'est recommandée pour l'instant. D'après les recherches menées à ce jour, deux acariens prédateurs, *Amblyseius fallacis* et *Typhlodromus occidentalis,* seraient d'éventuels agents de lutte biologique.

Tarsonème du fraisier et tarsonème trapu

Le tarsonème du fraisier et le tarsonème trapu sont de taille microscopique, ne mesurant pas plus de 0,25 mm de long. On ne peut pas les voir sans loupe. Les deux pattes postérieures de la femelle sont effilées alors que celles du mâle ressemblent à des pinces.

La femelle, de couleur brun pâle, dépose une centaine d'œufs, dont 80 % sont femelles, près du collet de la plante ou le long de la nervure médiane des feuilles non encore déployées. Le cycle biologique des tarsonèmes comprend un stade larvaire à six pattes puis un stade nymphal dormant à huit pattes, comme celui des tétranyques à deux points. Le cycle complet, de l'œuf à l'adulte, dure environ deux semaines, mais varie en fonction de la température.

Les premiers signes de leur présence sont habituellement la déformation du limbe et/ou le développement insuffisant, la brûlure ou la torsion des boutons floraux et des fleurs. Des plages violacées apparaissent souvent sur le feuillage. Le tarsonème du fraisier se nourrit des tissus autour du collet des plantes ou des boutons floraux. Quoique le cyclamen soit habituellement la plante la plus gravement endommagée, cet acarien peut aussi s'attaquer aux plantes vertes, aux plantes à massif et à d'autres cultures empotées.

Cécidomyies (moucherons à galles)

Ces petites mouches (1 mm) à silhouette délicate pondent leurs œufs dans les feuilles, les tiges ou les boutons floraux des plantes ornementales. Les larves creusent des galeries dans les tissus de la plante, ce qui provoque le gonflement des tiges, la formation de galles sur les feuilles ou l'affaissement des boutons.

La cécidomyie du chou-fleur s'attaque aux cultures du genre *Brassica*. Elle infeste surtout les légumes de plein champ, mais aussi les plantes à massif du genre *Brassica* (choux, brocolis et autres) ainsi que les choux fourragers et choux ornementaux. L'adulte est une petite mouche (1,5–2 mm de long) qui pond ses œufs au point végétatif. Les larves se nourrissent des feuilles en croissance, ce qui amène une distorsion du point végétatif et offre un point d'entrée aux organismes pathogènes. La cécidomyie du chou-fleur a été vue pour la premier fois dans le sud de l'Ontario en 2000. Elle est maintenant présente dans la plupart des

régions de l'Ontario et du Québec et a été observée en Nouvelle-Écosse et en Saskatchewan. Auparavant reconnue comme organisme justiciable de quarantaine au Canada et aux États-Unis, elle a été déréglementée en 2009 et est désormais traitée sur le même pied que tout autre ravageur à incidence économique.

La cécidomyie du rosier est un ravageur occasionnel redouté par les producteurs de roses de l'Ontario, car elle peut causer de lourdes pertes en très peu de temps. Toutefois, elle infeste rarement les serres. Les boutons floraux se courbent ou se déforment, puis brunissent et meurent. La cécidomyie du rosier est surtout à craindre durant les mois chauds d'été, car elle peut pénétrer dans les serres si des rosiers produits aux alentours en sont infestés. Les œufs éclosent au bout de deux jours environ; les larves parviennent à maturité en cinq à sept jours et tombent au sol pour la pupaison qui dure cinq à six jours, après quoi les adultes sortent pour ne vivre que quelques jours. Les traitements chimiques contre les adultes sont inefficaces. Contre la cécidomyie du rosier, une pulvérisation foliaire à base d'Orthene, un insecticide systémique, agit sur les larves installées à la base des boutons.

Chenilles et papillons

À un certain stade de leur cycle biologique, plusieurs espèces d'insectes se transforment en chenilles nuisibles pour les cultures de serre. Parmi ces espèces, les tordeuses, les enrouleuses, les légionnaires, les vers-gris, les arpenteuses, les noctuelles, les sphinx, les lieuses et les perce-tiges tachetés. Les papillons nocturnes adultes issus de ces chenilles sont souvent attirés par la lumière des serres en été et pondent alors des œufs d'où éclosent les chenilles déprédatrices.

Duponchelia fovealis est un petit papillon de nuit brun grisâtre banal qui s'attaque à un vaste éventail d'hôtes, notamment à de nombreuses cultures ornementales de serre. D'origine méditerranéenne, il s'est établi dans les serres de nombreux pays d'Europe du Nord. Entre 2005 et 2008, un certain nombre de serriculteurs de l'Ontario ont assisté à la pullulation épisodique de ce papillon. Bien que ce ravageur ait déjà été réglementé par l'ACIA comme étant justiciable de quarantaine, son statut a changé. Il est maintenant considéré comme ayant une incidence économique (au même titre que d'autres ennemis courants des cultures de serre). Il figure néanmoins sur les listes américaines comme un organisme nuisible donnant matière à poursuites qui, s'il est découvert dans un arrivage, entraînera le refus ou la destruction du chargement. Les hôtes comprennent le rosier, le bégonia, le cyclamen, le gerbera, le kalanchoe, l'anthurium et le poinsettia. Il est possible de limiter au minimum les infestations et les dommages en recourant à une combinaison de méthodes de lutte biologique et de méthodes de lutte chimique.

Les légionnaires et les vers-gris se nourrissent directement du feuillage et peuvent causer des dégâts considérables. Ces deux espèces sont de couleur brun foncé ou grise avec des rayures longitudinales. Les vers-gris se terrent dans le sol durant le jour et sortent le soir pour se nourrir. On peut venir à bout des légionnaires et des vers-gris en utilisant les insecticides préconisés contre les chenilles.

La fausse-arpenteuse du chou s'attaque généralement à des cultures de serre, comme l'alstroemeria, entre juillet et septembre. La fausse-arpenteuse du chou est de couleur verte avec de légères rayures blanches tout le long du corps.

Les perce-tiges tachetés creusent des galeries dans les tiges des plantes et peuvent, en conséquence, être plus difficiles à détruire.

La pyrale du maïs est un autre foreur qui peut être dévastateur dans les cultures légumières de serre et un ravageur occasionnel de certaines cultures ornementales de serre, sa présence n'étant parfois détectée qu'une fois qu'un fort pourcentage de fruits ont été infestés. Normalement, les infestations par la pyrale du maïs débutent au printemps, autour de mai et du début de juin. On compte deux générations de ce foreur dans le sud-ouest de l'Ontario et une seule ailleurs dans la province.

Les pièges sexuels (à phéromones) peuvent être utilisés pour le dépistage de certaines espèces de papillons de nuit, tandis que les pièges lumineux permettent de détecter la présence d'un grand nombre d'espèces différentes.

Il est préférable de faire un dépistage précoce de ces espèces et de commencer à les combattre avant que les jeunes chenilles ne se mettent à faire des ravages. Des moustiquaires sur les prises d'air limitent l'entrée des noctuelles dans les serres. Un bon programme de lutte contre les mauvaises herbes, à l'intérieur et à l'extérieur des serres, réduit les foyers d'infestation potentiels.

Des applications d'un insecticide bactérien à base de *Bacillus thuringiensis kurstaki* (Btk) permettent de lutter contre les arpenteuses et la plupart des chenilles défoliatrices qui ne sont pas des mineuses.

Chrysomèle rayée du concombre

Ce coléoptère jaune-vert mesure environ 6 mm de long et se caractérise par trois rayures longitudinales. La chrysomèle rayée du concombre, ainsi que sa proche parente, la chrysomèle maculée du concombre, sont des vecteurs de la bactérie *Erwinia tracheiphila* qui provoque la flétrissure bactérienne dans les cultures de concombre et d'espèces apparentées comme le melon et la courge, une maladie qui pourrait devenir problématique pour les producteurs de plantes à massif qui produisent aussi des plants de légumes à repiquer.

La chrysomèle rayée du concombre hiverne au stade adulte à l'extérieur, sous les feuilles, les vieux rondins ou les détritus. Elle sort le printemps suivant, s'accouple et s'alimente pendant plusieurs semaines, puis pond ses œufs jaune orangé dans le sol à la base des plants.

Les larves éclosent habituellement dix jours plus tard pour se nourrir des racines des plantes pendant deux à six semaines. À maturité, les larves mesurent environ 9 mm de long. La pupaison se produit dans le sol. Les adultes sortent des pupes après environ une semaine. On ne compte qu'une génération de cet insecte par année en Ontario.

Les adultes endommagent les plants en grignotant les feuilles, les tiges et les fruits. Le plus gros des dommages est toutefois attribuable à la bactérie responsable de la flétrissure qui habite leur tube digestif et qui résiste à l'hiver, protégée par le corps des chrysomèles en diapause. Au printemps, l'insecte inocule la maladie aux plantes par ses morsures de nutrition.

Il n'y a aucun moyen d'enrayer la flétrissure une fois que la plante est infectée. Les feuilles inoculées flétrissent généralement dans les cinq à six jours et la plante meurt en moins de deux semaines. La chrysomèle rayée du concombre peut aussi transmettre le virus de la mosaïque du concombre.

L'idéal est d'installer des moustiquaires sur toutes les ouvertures de la serre pour empêcher les adultes d'y pénétrer.

Cloportes

Les cloportes ont un corps ovale, gris et aplati, mesurant jusqu'à 13 mm de longueur et garni de sept paires de pattes. On reconnaît le cloporte commun à ses deux appendices en forme de queue, absents chez le cloporte vulgaire.

Tous deux sont détritivores (s'alimentent de matière organique en décomposition) mais peuvent, à l'occasion, se nourrir des racines et des parties tendres des plantes, endommageant ainsi les plantules. Ils se nourrissent la nuit et se dissimulent le jour, préférant des endroits sombres et humides, riches en matière organique.

La stérilisation du sol et l'élimination de tout débris végétal en décomposition ainsi que de tout lieu humide contribueront à prévenir toute pullulation de ces organismes. Bon nombre des stratégies de lutte employées contre les limaces et les escargots sont également efficaces contre les cloportes.

Cochenilles

Les cochenilles sont des insectes aptères minuscules mesurant jusqu'à 3 mm de longueur et dotés de pièces buccales du type piqueur-suceur. Leur corps est de forme ovale ou hémisphérique. Les cochenilles recouvrent leur corps d'une sécrétion cireuse, en forme d'écaille, qui leur est caractéristique. Les mâles, peu nombreux, sont ailés quant à eux.

La plupart des individus sont des femelles qui pondent des centaines d'œufs sous leur bouclier fixé à la plante. L'éclosion donne naissance à de petites nymphes mobiles qui migrent vers de nouveaux sites d'alimentation. À cause du prélèvement de sève, les plantes jaunissent, flétrissent, cessent de croître et se déforment.

Plusieurs espèces de cochenilles ont récemment fait leur apparition sur les plantes ornementales cultivées en serre. Les importations croissantes de plantes vertes en provenance de régions tropicales en sont la source. Bon nombre des nouvelles variétés de fougères,

de palmiers et de lierres sont très vulnérables aux infestations de cochenilles.

Pour limiter les infestations, mettre en quarantaine et inspecter le nouveau matériel, traiter ou détruire tout matériel infesté.

Les agents de lutte biologique disponibles pour combattre les cochenilles à corps mou et à bouclier comprennent deux petites coccinelles, *Chilocorus nigritus* et *Lindorus lophanthae*. D'après certains rapports, une petite guêpe parasite, *Metaphycus helvolus,* contribuerait à combattre plusieurs espèces de cochenilles à corps mou. Une autre guêpe, *Aphytis melinus,* peut être utilisée contre plusieurs espèces de cochenilles à bouclier.

Cochenille des fougères

Le bouclier de cette cochenille ressemble à une coquille d'huître; il est brun et porte un renflement sommital plus pâle. On retrouve souvent cette cochenille sur les plantes vertes, notamment les fougères.

Cochenille des Hespérides

Les cochenilles femelles sont plates, brunes et souples. Elles ont une gamme d'hôtes étendue et produisent de grandes quantités de miellat propice à la formation de fumagine.

Cochenille hémisphérique

Le bouclier de cette espèce est très convexe, brun et luisant. Les fougères sont l'hôte favori de cet insecte.

Cochenille ronde du lierre et kermès rapace

Ces cochenilles d'apparence similaire ont un bouclier rond, de couleur pâle, avec un renflement proéminent jaunâtre au centre. Toutes deux attaquent une vaste gamme de plantes de serre comme le lierre, le palmier, le ficus et le fuchsia.

Cochenilles farineuses

On trouve deux groupes distincts de cochenilles farineuses dans les serres. Les plus communes sont des insectes à coque blanche couverte de cire qui sucent la sève des feuilles avec leurs pièces buccales de type piqueur.

Ces cochenilles produisent du miellat en abondance. Les femelles (de 1 à 3 mm de long) pondent de grandes quantités d'œufs réunis en paquets cireux. Ces œufs éclosent au bout de cinq à dix jours pour donner naissance à des nymphes mobiles. Les nymphes mettent de six à huit semaines pour se transformer en adultes.

Les dégâts prennent plusieurs formes : trous laissés par le prélèvement de la sève; formation de fumagine, un champignon noir ressemblant à de la suie, qui se développe sur le miellat; sécrétions cireuses des cochenilles, qui nuisent à l'aspect des plantes.

Les cochenilles farineuses sont des ravageurs préjudiciables aux cultures abritées à cause de la dissémination rapide des larves mobiles et de leur aptitude à habiter sous les écailles des bourgeons et aux aisselles des feuilles. Les mâles, moins nombreux, sont de petits insectes ailés.

Le deuxième groupe est constitué de cochenilles farineuses qui, elles, s'alimentent de racines ou d'humus souterrain et qu'on peut découvrir, tapies dans des amas cireux, sur les racines de plantes fanées ou jaunissantes. Ces insectes sont très semblables à ceux qui sont décrits ci-dessus, sauf qu'ils sécrètent moins de cire sur leur corps.

Examiner soigneusement tout matériel végétal introduit dans la serre pour déceler la présence de cochenilles farineuses. Toutes peuvent se propager de plante à plante, au stade de nymphe mobile, par l'intermédiaire de matériel contaminé ou de l'eau s'égouttant des pots. La plupart des infestations résultent de l'introduction de matériel végétal contaminé.

Les agents de lutte biologique qui agissent contre les cochenilles farineuses sont la coccinelle australienne, *Cryptolaemus montrouzieri,* la coccinelle commune, *Hippodamia convergens,* et une guêpe parasite, *Leptomastix dactylopii*.

Coléoptères

Les coléoptères constituent l'ordre d'insectes réunissant le plus grand nombre d'espèces, dont un petit nombre seulement s'attaquent aux cultures ornementales de serre. Deux espèces toutefois méritent d'être mentionnées.

Le scarabée japonais est un organisme justiciable de quarantaine présent dans certaines parties de l'Ontario. Adulte, il mesure environ 1 cm de long et est de couleur brune aux reflets métalliques verts. Il se reconnaît aux touffes de poils blancs qui garnissent chaque côté de son abdomen. Les larves vivent dans le sol. En forme de C, elles ont la tête brune et possèdent trois paires de pattes. À maturité, les larves mesurent environ 2,5 cm de long. Le fait que ce ravageur soit justiciable de quarantaine signifie que ses déplacements sont réglementés, tout comme ceux des végétaux, du sol et des matières pouvant en être infestés, de manière à prévenir sa dissémination à des zones non infestées. Même s'il ne s'agit pas d'un ennemi majeur des cultures de serre en Ontario, le scarabée japonais peut parfois avoir des répercussions sur le transport de matériel végétal vers une destination canadienne ou étrangère, selon la culture produite et l'installation qui sert à cette culture. Certaines cultures, comme les graminées et le carex, sont particulièrement menacées par ce ravageur. Indépendamment de la culture produite, une certification de l'ACIA est nécessaire aux serriculteurs qui expédient leur production vers des régions exemptes de scarabée japonais (ou qui connaissent des infestations moins fortes que l'Ontario). Pour plus d'information, communiquer avec le bureau local de l'ACIA (voir l'annexe D, *Autres ressources*, p. 155).

Le deuxième coléoptère d'importance est le charançon noir de la vigne. Celui-ci se reconnaît à sa carapace, à sa tête prolongée par un rostre, ou trompe, et à ses antennes coudées. Le charançon noir de la vigne adulte ne vole pas. Il va du brun terne au noir, mesure environ 9 mm de long et a le dos finement côtelé. Les larves sont des vers blancs apodes à tête brun rougeâtre que l'on trouve au milieu des racines de nombreuses plantes à massif.

Les adultes pondent leurs œufs en juin; les larves se nourrissent des racines pendant le reste de la saison. Les larves attaquent un large éventail de plantes parmi lesquelles le rosier, le géranium, la fougère, le gardénia, le kalanchoe et le rhododendron. Bien que le charançon adulte ne vole pas, il se déplace facilement vers de nouvelles aires de mise en culture.

Mettre en place des mesures de lutte à la fin de mai et en juin. Une inspection des racines des nouvelles plantes à introduire dans la serre constitue un autre moyen d'éviter les infestations.

Collemboles

Ces petits insectes, dépourvus d'ailes, mesurent 2 à 6 mm de long. Ils peuvent être blancs, gris, jaunes, rouges, orangés, pourpres, bruns ou tachetés.

On les trouve habituellement à la surface du sol humide des pots ou dans le sol même. À l'extrémité de leur abdomen, un organe qui fait fonction de ressort leur permet de faire des bonds.

La plupart sont détritivores, se nourrissant d'algues, de champignons ou de matière organique en décomposition. Comme ils ne s'en prennent pas d'ordinaire aux végétaux vivants, la lutte chimique est rarement justifiée.

Escargots et limaces

Les limaces sont des créatures à corps mou, de couleur gris foncé, d'une longueur variant de 1,3 à 10 cm. Elles rampent sur les plantes en laissant derrière elles une traînée de bave luisante. Elles se nourrissent du feuillage de la plupart des plantes de serre, déchiquetant les feuilles et pouvant parfois détruire entièrement un plant.

Les escargots sont de même couleur et de même aspect que les limaces, à la différence qu'ils transportent toujours leur coquille. Les coquilles ont des couleurs et des marques variées et mesurent de 1,3 à 5 cm de diamètre. Les escargots sont particulièrement préjudiciables aux jeunes plants. Ils perforent les fleurs et les feuilles de nombreuses plantes, qu'ils abandonnent visqueuses et déchiquetées.

Un seul escargot peut pondre jusqu'à 100 œufs, selon l'espèce. La limace est moins prolifique. Si le temps est sec, ses œufs attendent pour éclore que le milieu soit de nouveau humide.

Les escargots et les limaces ont besoin d'un milieu humide et d'une forte hygrométrie pour survivre. Ils fuient le soleil et sortent surtout la nuit ou par temps couvert. Le jour, les limaces se cachent sous des planches et des pierres ou dans des endroits qui leur procurent ombre et humidité. Si l'air ou le substrat est sec, l'escargot se rétracte au fond de sa coquille et entre dans une période de dormance qui peut durer jusqu'à quatre ans.

On peut lutter indirectement contre ces organismes en éliminant autant que possible leur habitat de prédilection.

Éliminer les planches, les briques et autres objets en contact avec le sol ou les disposer de manière à ce que l'air puisse circuler tout autour.

Maintenir une densité de peuplement qui permette aux rayons du soleil d'atteindre le sol, à l'air de circuler et au substrat de s'assécher.

Si une faible densité de peuplement n'est pas souhaitable, éparpiller sur le sol un matériau qui rebute les escargots, tel que des copeaux de thuya grossiers ou des coquilles d'œuf écrasées. La sciure de bois et la terre de diatomées repoussent efficacement ces mollusques, à condition qu'elles soient sèches.

Voici des dispositifs qu'on peut utiliser pour attirer ou capturer les limaces et les escargots, et les détruire ensuite : des coupelles remplies de bière ou d'un mélange d'eau et de levure commerciale comme appât; des limaces et escargots broyés sous des pots de fleurs posés à l'envers; des demi-pamplemousses vidés de leur chair formant un dôme au sol sous lequel les indésirables viendront s'abriter.

La lutte chimique fait appel à des substances pesticides présentées sous forme d'appâts. Le métaldéhyde est toxique. Ne pas jamais le laisser à la portée des enfants et des animaux domestiques. L'usage prolongé de ces appâts engendre presque inévitablement de la résistance au sein des populations locales d'escargots et de limaces.

Fourmis

Les fourmis sont facilement reconnaissables à leurs antennes coudées et à leur fine taille. Elles mesurent de 1,5 à 6 mm de long.

Dans les serres où des insectes produisent un miellat en s'alimentant et où les fleurs ont des nectaires, les fourmis peuvent présenter un problème, car elles sont friandes de ces substances sucrées. Les fourmis peuvent aussi compromettre l'efficacité des programmes de lutte biologique dirigés contre les pucerons en protégeant ceux-ci des attaques de leurs ennemis naturels. Les pistes et les nids de fourmis repérés dans la serre ou aux abords de la serre doivent être traités. L'inondation des nids avec un savon insecticide et l'utilisation d'appâts renfermant de l'acide borique domestique donnent par ailleurs certains résultats.

Mineuse de la tomate

La mineuse de la tomate est un insecte nuisible semi-tropical qui peut infester les cultures de tomates en Ontario. De ce fait, elle peut constituer un problème pour les producteurs de plantes à massif qui produisent aussi des plants de légumes à repiquer. Elle endommage les plants en s'alimentant des feuilles et des fruits. La mineuse de la tomate peut aussi avoir comme hôte la pomme de terre et l'aubergine et, parmi les mauvaises herbes, la morelle et les espèces apparentées.

La mineuse est une petite noctuelle brun pâle d'environ 6 mm de long. De mœurs nocturnes, elle pond le gros de ses œufs sur les feuilles les plus jeunes durant les toutes premières nuits de sa période active. Au sortir de l'œuf, les larves déambulent un court moment sur les feuilles avant d'y pénétrer pour creuser leurs galeries.

Il y a quatre stades larvaires, les deux premiers se déroulant à l'intérieur des feuilles. Durant les deux derniers stades, les larves se cachent dans deux feuilles qu'elles ont reliées par des fils, dans une feuille repliée sur elle-même ou à l'intérieur des fruits. Les larves ont cette caractéristique de pénétrer dans les fruits juste sous le calice.

Les larves à maturité peuvent soit rester sur le plant, soit tomber au sol pour la pupaison. Au sol, la

pupaison se produit normalement dans les 15 premiers centimètres de sol. La mineuse de la tomate n'entre pas en diapause, si bien qu'elle continue de se propager pendant toute l'année, ralentissant un peu ses activités pendant les périodes de froid. Le cycle biologique complet, de l'œuf à l'adulte, dure habituellement de vingt-huit à soixante-dix jours, selon la température. À 24 °C , il dure vingt-huit jours et à 30 °C, seulement dix-neuf jours.

Moyens de lutte :

- Inspecter toutes les plantules, à la recherche de dommages causés par les larves.
- Détruire tous les vieux plants infestés et les débris de cultures infestées.
- Dépister la mineuse de la tomate à l'aide de pièges sexuels ou lumineux et par des inspections régulières des cultures. À noter que les pièges sexuels attirent uniquement les mâles de la mineuse de la tomate, tandis que les pièges lumineux attirent les deux sexes ainsi que de nombreuses autres espèces d'insectes.
- Enlever à la main les feuilles endommagées et détruire les larves abritées dans les galeries.
- Détruire les mauvaises herbes et les sauvageons de tomate à l'intérieur et aux abords de la serre.
- Poser des moustiquaires sur les prises d'air.

Nématodes parasites des feuilles

Un petit nombre d'espèces de nématodes s'attaquent au feuillage des plantes. Leur présence se manifeste par des symptômes s'apparentant à ceux de plusieurs maladies et carences nutritionnelles.

Nématode des feuilles du chrysanthème, *Aphelenchoides ritzemabosi* (Shwartz)

Ce nématode n'est pas indigène en Ontario mais il a été introduit par des plants de pépinière. Il est pratiquement identique au nématode des feuilles du fraisier. Il se déplace et infeste les plants de la même manière.

Les premiers symptômes sont des ponctuations brun foncé à la face inférieure des feuilles et le changement de couleur des nervures. Ensuite, les feuilles infestées brunissent ou noircissent, présentant des taches triangulaires bien distinctes entre les nervures. Pour finir, elles se dessèchent, se recroquevillent et pendent le long des tiges.

Nématode des feuilles du fraisier, *Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos)

Ce nématode n'est pas indigène en Ontario mais il a été introduit par des plants de pépinière. Il pose surtout problème chez le bégonia, mais il peut aussi s'attaquer à d'autres plantes ornementales de serre. Invisible et filiforme, il se déplace dans la fine pellicule d'eau à la surface des tiges et des feuilles.

Le nématode pénètre dans les feuilles par les stomates et se nourrit des tissus internes de la feuille, entraînant la formation de petites ponctuations brunes à auréole aqueuse sur la face inférieure des feuilles; ces taches s'étendent puis fusionnent, deviennent brun foncé et visibles sur la face supérieure. À la fin, toute la feuille est malade.

Méthodes de lutte culturale contre les nématodes

Voici des méthodes de lutte culturale qui contribuent à limiter les problèmes de nématodes :

- Utiliser un substrat artificiel (sans sol) ou un substrat stérilisé à la vapeur.
- Vérifier que les plants repiqués sont vigoureux et exempts de galles ou de lésions sur les racines.
- Utiliser des cultivars qui résistent aux nématodes ou qui les tolèrent, ou, quand il en existe, des porte-greffes résistants aux nématodes.
- Dans les cultures légumières cultivées avec sol (p. ex., tomate, concombre), butter les plants avec de la mousse de sphaigne ou de la terre stérilisée, afin de stimuler la croissance des racines adventives et de prolonger ainsi la période de fructification.

Nématodes parasites des racines

Les nématodes qui parasitent les plantes sont de minuscules organismes (de moins de 1 mm de long) vermiformes, qui vivent dans la zone racinaire du substrat. On les divise en deux grands groupes : les ectoparasites (qui attaquent les plantes de l'extérieur) et les endoparasites (qui passent au moins une partie de leur cycle biologique à l'intérieur des tissus des plantes).

Tous les nématodes parasites sont pourvus d'un stylet buccal qui leur sert à injecter de la salive dans les tissus des végétaux. Et c'est justement cette salive qui cause le plus de dommages et qui entraîne la nécrose des tissus ou la prolifération des cellules hypertrophiées qui forment les galles.

Les nématodes endommagent les plantes essentiellement en minant leur capacité d'absorber l'eau et les éléments nutritifs. Au-dessus du sol, la présence des nématodes se manifeste par des plants chétifs qui se fanent au soleil, des feuilles jaunes ou vert pâle, et des fruits ou des fleurs rabougris.

Dans les serres où le sol est traité chimiquement contre les nématodes après chaque culture, les infestations réapparaissent souvent parce que les produits chimiques ne pénètrent pas assez loin dans le sol. Il faut toujours aérer suffisamment les sols traités avec des nématicides pour ne pas nuire à la culture suivante.

Nématode à stylet, *Paratylenchus projectus* (Jenkins)

Ce nématode, qui est indigène en Ontario, s'attaque à une vaste gamme de cultures de serre (maraîchères et florales); les rosiers sont particulièrement affectés. Tous les stades de ce nématode sont filiformes et invisibles à l'œil nu. Cette espèce est active, aussi bien dans les sols à texture fine (argile) que dans les sols à texture grossière (sable).

Le nématode à stylet ne pénètre pas à l'intérieur des racines mais il pique les poils absorbants et les cellules superficielles du bout des racines pour ponctionner sa nourriture. Les dégâts causés par ce nématode ne font pas apparaître de symptôme spécifique, du genre galles ou lésions, au niveau des racines. Par contre, les plants qui sont infestés par ce nématode peuvent paraître rabougris et chétifs.

Nématode cécidogène du Nord, *Meloidogyne hapla* (Chitwood)

Il s'agit d'un autre nématode endoparasite, indigène des sols de l'Ontario. Il s'attaque à presque tous les types de légumes et à de nombreuses espèces florales, notamment le rosier, la violette africaine et le géranium. Les premiers stades larvaires sont filiformes et invisibles, alors que les derniers stades et les adultes ont la forme d'une perle ou d'une arachide et sont à peine visibles lorsqu'ils sont extraits des racines.

Ce nématode envahit les racines et y forme des renflements, appelés nodosités ou galles, et provoque une prolifération excessive des racines. Les racines infestées ne changent pas nécessairement de couleur, sauf si elles sont attaquées par des bactéries et par des champignons.

Nématode cécidogène du Sud, *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White)

Ce nématode endoparasite n'est pas indigène en Ontario, où il ne peut résister aux froids de l'hiver. Mais bien à l'abri dans les serres, il est devenu persistant. Nuisible surtout à la tomate et au concombre, il s'attaque également à un certain nombre de cultures florales et de plantes vertes.

Les dégâts aux racines et les symptômes se distinguent de ceux du nématode cécidogène du Nord par la taille plus grosse des galles et l'absence de pilosité fine sur les galles. Une carence en phosphore (taches violacées) peut se manifester sur la face inférieure des feuilles, ou bien la bordure des feuilles peut s'ourler vers le bas.

Nématode « dague », *Xiphinema diversicaudatum* (Micoletzky)

Il s'agit d'un nématode ectoparasite qui n'est pas indigène en Ontario, mais qui a été introduit dans les serres sur le matériel végétal de multiplication. Comme il préfère les plantes aux racines ligneuses, on le trouve le plus souvent dans les cultures comme le fraisier, la vigne et le rosier. Ce nématode survit sur les souches des plants, au creux des fourches des racines.

Étant l'un des plus gros nématodes à s'attaquer aux plantes, ce ver filiforme de 6 mm de long peut être

observé à l'œil nu sur les racines si on regarde bien attentivement. Ses morsures de nutrition sur les jeunes racines font apparaître des galles dont l'aspect rappelle les nodosités causées par le nématode cécidogène, mais en plus gros. Ces galles sont en fait un renflement arrondi du bout des racines, qui se remarque d'autant plus que la racine, au-dessus, est nécrosée et amincie.

Nématode des racines, *Pratylenchus penetrans* (Cobb)

Nématode indigène des sols de l'Ontario, cet endoparasite peut s'attaquer à une vaste gamme de cultures florales et légumières de serre. À tous les stades, ce nématode est filiforme et invisible à l'œil nu.

Il envahit les tissus extérieurs des jeunes racines, provoquant de petites lésions brunes ou noires de forme elliptique qui, en fusionnant, forment de grandes taches et finissent par faire mourir les racines.

Punaises ternes

Ces insectes d'environ 6 mm de long sont de couleur jaune-brun et possèdent un appareil buccal de type piqueur. Les adultes et leurs nymphes vertes se nourrissent d'une très vaste gamme de cultures et de mauvaises herbes. Ils peuvent être redoutables pour les cultures de serre comme le chrysanthème, le gerbera, le concombre et le poivron.

Les punaises déposent leurs œufs dans les tissus des plantes. Les petites nymphes complètent leur cycle biologique en quatre semaines environ. Elles endommagent les jeunes pousses en provoquant la déformation du feuillage et la mort ou la déformation des boutons floraux. Elles sont particulièrement actives pendant l'été et vers la fin de l'automne et peuvent pénétrer dans les serres en provenance de mauvaises herbes avoisinantes.

Elles ont tendance à apparaître dans les cultures où l'utilisation de pesticides est minimale. Un bon moyen d'en réduire les populations est d'éliminer les mauvaises herbes qui leur servent d'hôtes au printemps et en été ou d'abris pendant l'hiver. Des moustiquaires sur les ouvertures de la serre sont efficaces contre ces insectes.

Ravageurs vertébrés

Les petits rongeurs peuvent être très préjudiciables dans la serre. Ils se nourrissent de n'importe quel type d'aliments et causent des dégâts en rongeant et en creusant.

Le surmulot ou rat d'égout et le campagnol des champs sont les déprédateurs vertébrés les plus communs des serres. Les appâts renfermant des rodenticides à base de chlorophacinone, de diphacinone, de warfarine et de phosphure de zinc donnent certains résultats. Les trois premiers produits chimiques sont des anticoagulants qui nécessitent habituellement des doses multiples. Le phosphure de zinc n'est pas un anticoagulant et présente une plus grande toxicité aiguë; une seule dose peut suffire à tuer le rongeur. Prendre soin de déposer les appâts toxiques sous des pièges couverts, hors d'atteinte des animaux domestiques et des enfants.

Pour réduire au minimum les risques d'apparition d'une résistance aux rodenticides, particulièrement aux anti-coagulants, toujours mettre en œuvre un éventail de mesures de lutte. Par exemple :

- Ranger dans des récipients bien fermés tout ce qui peut constituer de la nourriture pour les rongeurs.
- Multiplier les pièges, là où il y a des signes d'activité, en plaçant un piège tous les 2–3 m le long des murs.
- Placer les pièges perpendiculairement à la paroi, avec l'appât et le déclencheur du côté de la paroi.
- Manipuler les pièges et les appâts avec des gants pour éviter d'y laisser des odeurs humaines.
- Essayer différents appâts. Appâts suggérés : beurre d'arachide mélangé à de l'avoine, raisins secs, jujubes ou autre aliment collant, ainsi que du coton, matière que les rongeurs aiment pour faire leur nid.
- Comme agents de lutte biologique, garder plusieurs chats dans la serre, des chattes de préférence, car elles sont en général plus prédatrices que les mâles.

Sauterelles

Les sauterelles, facilement reconnaissables, envahissent occasionnellement les serres. Elles s'attaquent à presque tous les végétaux et, quand elles sont nombreuses, peuvent les détruire. La présence de graminées et de mauvaises herbes près des serres peut occasionner une infestation de ces insectes, généralement vers la fin de l'été et en automne.

Symphyles

On trouve les symphyles, petits insectes blancs ressemblant à des mille-pattes, sous les pierres, dans le bois pourri et dans des sols humides et riches en matière organique en décomposition. Les symphyles ont un corps mince, long et blanc (1 à 5 mm), de longues antennes et 10–12 paires de pattes (par comparaison, les mille-pattes en ont 15 paires).

Contrairement aux mille-pattes qui sont des prédateurs utiles, se nourrissant de nombreux insectes, les symphyles peuvent s'en prendre aux racines des plantes. Sur les racines de nombreuses cultures, on reconnaît les dégâts des symphyles aux marques noires minuscules correspondant aux lésions hémisphériques creusées dans les tissus. Les racines blessées s'épaississent et la plante devient chétive. Les lésions causées par les symphyles sur les racines et les poils absorbants sont les points d'entrée des maladies provoquant la pourriture des racines.

La stérilisation du sol à la vapeur ou l'élévation de sa température par solarisation contribue à réduire les populations de symphyles.

7. Lutte intégrée contre les maladies

La lutte intégrée contre les maladies fait appel à toutes les stratégies d'intervention disponibles, dans le but de maintenir la pression exercée par les phytopathogènes sous les seuils de nuisibilité économique. Cette forme de lutte ne cherche pas à prévenir les maladies par l'application systématique de produits chimiques, mais à promouvoir l'intégration, ou l'association, des diverses stratégies de lutte (culturales, physiques, biologiques et chimiques). Le recours systématique aux fongicides comme police d'assurance n'a plus sa place, car l'accent n'est alors pas mis sur le problème réel et peut amener l'apparition de résistances et d'éventuels problèmes environnementaux.

Tout programme de lutte intégrée contre les maladies doit viser au minimum les objectifs de base suivants :

- réduire les risques d'introduire des maladies dans la culture;
- éviter de créer des conditions propices à l'apparition et à la propagation des maladies.

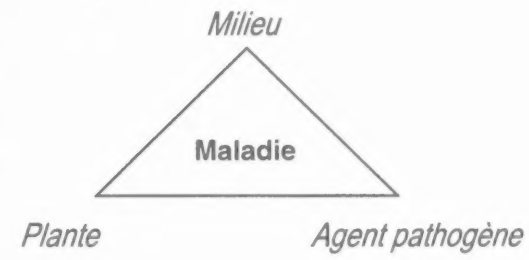
Un bon programme de lutte intégrée contre les maladies intègre quelques principes et concepts universels dans le système de production global de l'espèce cultivée. Il est important de bien comprendre les principes de la lutte contre les maladies, et les stratégies qui reposent sur ces principes, pour pouvoir adapter le programme de LI à la situation particulière de la serre et à celle de la culture. Un programme de lutte contre les maladies ne se résume pas à l'application de fongicides, qui, trop souvent, ne font que gommer les symptômes, sans régler le problème.

Concept du « triangle » de la maladie

La figure 7–1, *Le triangle de la maladie*, sur cette page, montre l'importance des trois facteurs qui doivent être réunis pour qu'une maladie se déclare :

- un agent ou organisme pathogène causant la maladie (p. ex., champignon, virus ou bactérie);
- une plante sensible à cet agent pathogène;
- un milieu propice à l'interaction de ces deux facteurs.

Figure 7–1. Le triangle de la maladie



Par exemple, *Thielaviopsis basicola* s'attaque à la pervenche utilisée comme plante à massif lorsque les températures de l'air et du substrat sont fraiches (15–17 °C), mais rarement quand les températures s'élèvent au-dessus de 21–22 °C. Toutefois, cet agent pathogène infecte les pensées lorsque les températures montent à plus de 25–26 °C, que le pH du substrat est élevé (supérieur à 6,5) et que l'hygiène est en général déficiente.

Le milieu de croissance comprend le substrat (sol ou milieu artificiel) dans lequel poussent les racines, ainsi que l'environnement ou l'air où poussent les tiges, les feuilles et les fleurs.

Pour ce qui a trait au substrat, il faut surveiller :

- le pH;
- les concentrations et l'équilibre des éléments nutritifs;
- la conductivité électrique;
- la capacité de rétention de l'humidité;
- la texture du substrat qui doit favoriser un bon drainage;
- l'oxygénation.

Pour ce qui a trait au milieu ambiant des parties aériennes, il faut surveiller :

- l'intensité lumineuse;
- la température;
- la circulation d'air;
- l'humidité relative;
- la qualité de l'air.

Six grands principes de lutte contre les maladies

Exclusion

Empêcher les organismes pathogènes de s'établir dans la serre est l'un des aspects les plus importants de la lutte contre les maladies. Par exemple, les serriculteurs qui produisent des plants-mères de géranium appliquent ce principe lorsqu'ils achètent chaque année de nouvelles boutures ayant été déclarées exemptes d'organismes pathogènes à l'issue d'un indexage virologique. Ils réduisent ainsi les risques d'introduire des infections cryptogamiques (fongiques) et bactériennes comme la rouille du géranium ou la flétrissure bactérienne.

Les producteurs qui utilisent des substrats à base de terreau ou de compost font subir à ces matériaux une pasteurisation qui élimine les organismes pathogènes du sol. L'utilisation de pots, de caissettes et de plateaux alvéolés neufs et propres contribue aussi à empêcher les maladies de se propager aux nouvelles cultures par la survie éventuelle de l'inoculum.

Précautions

Il s'agit ici d'adopter des pratiques qui relèvent du gros bon sens pour éviter des situations qui favorisent l'apparition de maladies. Par exemple, ne pas arroser par aspersion des cultures au feuillage dense vers la fin de la journée pour ne pas créer de conditions propices au déclenchement d'une infection par *Botrytis*.

Résistance

La résistance est la capacité intrinsèque de la plante-hôte de rester saine ou de résister aux agressions d'un organisme pathogène, malgré la présence de ce dernier ou de conditions favorables à sa propagation. Par exemple, bon nombre des cultivars de bégonias Rieger sont actuellement sélectionnés en fonction de leur résistance ou tolérance au blanc.

Protection ou prévention

Lorsque les conditions sont propices à une maladie, on peut souvent protéger les cultures en utilisant des fongicides à des fins préventives, avant même l'apparition des premiers symptômes. Toutefois, cette mesure proactive doit être adoptée avec discernement et uniquement sous des conditions de culture précises ou à des stades de croissance particuliers. Par exemple, on peut protéger les bractées du poinsettia contre les infections par *Botrytis* en effectuant un traitement fongicide avec Decree à la fin de chaque cycle de culture de cette plante. Cette mesure est souvent indiquée lorsque le froid sévit à l'extérieur et que les températures dans la serre ont été abaissées pour acclimater la culture avant de l'expédier.

Un autre bon exemple d'un traitement préventif est l'application, dès l'apparition des boutons, d'un fongicide destiné à contrer la pourriture des racines causée par *Pythium* chez le lis de Pâques. On sait pertinemment qu'à cette phase d'épanouissement rapide des boutons, la pourriture des racines est à craindre et provoque le jaunissement des feuilles inférieures.

Éradication

Différents moyens permettent d'enrayer les organismes pathogènes. La pasteurisation à la vapeur des planches de culture ou des matelas de laine de roche permet par exemple d'éliminer les nématodes et les organismes pathogènes du système racinaire. Les produits désinfectants comme l'eau de Javel ou les composés de chlorure d'ammonium quaternaire sont efficaces contre les bactéries ou les spores de champignons qu'on retrouve dans la poussière, sur les banquettes, à l'extérieur ou à l'intérieur des conduites ou goutteurs des réseaux goutte-à-goutte, ou sur les outils servant à la multiplication des plants ou aux soins culturaux.

Les sélectionneurs et les producteurs de boutures de plants-mères utilisent systématiquement l'indexage virologique et la culture de tissus pour garder exempts de bactéries et de virus les plants qu'ils multiplient par voie végétative.

Traitements curatifs

On applique des traitements curatifs sur les plants infectés pour enrayer la sporulation et la propagation du champignon causal. Par exemple, on pulvérise Nova sur le feuillage des rosiers pour tuer le mycélium du champignon responsable du blanc.

Stratégies fondamentales de la lutte intégrée contre les maladies

Reconnaissance des symptômes

Une lutte efficace contre les maladies commence avant la mise en culture. D'abord, il est bon de connaître les maladies le plus à craindre si l'on veut se tenir à l'affût des problèmes qui risquent de se manifester. Il reste qu'une multitude de nouvelles plantes sont introduites chaque année et qu'on ne connaît pas leur vulnérabilité aux maladies. L'expérience montre que la plupart des nouveaux végétaux sont sensibles à bon nombre des mêmes maladies que les producteurs doivent combattre depuis des décennies.

Savoir reconnaître les symptômes caractéristiques des grandes maladies ayant une incidence économique est crucial pour un dépistage et un diagnostic précoces.

Dépistage

Des opérations de dépistage périodiques et la tenue de registres fournissent des données fiables qui peuvent orienter un programme de lutte intégrée contre les maladies, pourvu que l'inspection se fasse de façon suivie et structurée. Il est aussi indispensable de faire le dépistage des maladies que d'inspecter les cultures pour voir s'il y a lieu d'arroser ou d'appliquer un régulateur de croissance. Le dépistage des maladies doit faire partie intégrante des étapes de la production. Les exploitants qui cultivent un éventail de cultures peuvent gagner du temps en se concentrant sur les cultures affichant des sensibilités connues à certaines maladies, ou aux zones de la serre plus sujettes à présenter certains problèmes (p. ex., aux abords des portes d'entrée où sévit davantage le blanc).

Pour surveiller efficacement l'apparition et l'évolution des maladies, il est important d'inspecter chaque semaine les feuilles et les fleurs (si elles sont présentes). On devrait également inspecter les racines au moins aux deux semaines, ce qui ne présente aucun problème dans le cas des cultures en contenants, mais peut être plus difficile à réaliser dans le cas des cultures de fleurs coupées de pleine terre. Mesurer le pH et la conductivité électrique du sol (CÉ) toutes les deux semaines dans chacune des cultures, car ces facteurs ont habituellement une incidence sur la vulnérabilité des racines aux agents responsables des pourritures des racines. Une détection précoce facilite la maîtrise des maladies. Il suffit alors parfois d'une pulvérisation ou d'une intervention localisée pour enrayer le problème.

Le dépistage n'est utile que dans la mesure où les données pertinentes sont consignées. Ces données sont par la suite utilisées pour cerner un problème dont souffrent les cultures ou pour faire le bilan de la campagne agricole. Voici donc les données à consigner lors des opérations de dépistage ou lors des applications de fongicides :

- date;
- compartiment ou section de la serre;
- espèces et cultivars;
- stade de développement des plants;
- maladies des cultures constatées ou soupçonnées;
- traitement (pesticide employé, dose, surface traitée, durée du traitement, etc.);
- conditions environnementales dans les serres (température, humidité relative, intensité lumineuse, utilisation de pare-soleil).

Réglage des paramètres d'ambiance

Les facteurs environnementaux comme l'éclairage, la température de l'air, la température des végétaux, l'humidité relative, la circulation d'air, la composition du substrat, le pH, la conductivité électrique et l'état nutritionnel de la culture influencent à la fois la santé des végétaux et les maladies qui les frappent. Le réglage des paramètres d'ambiance dans le but de lutter contre les maladies est une opération complexe à cause des effets simultanés de ces paramètres sur la culture.

Il est important de bien connaître et comprendre les conditions de croissance optimales d'une culture et les maladies communes qui la menacent :

- Éviter les niveaux extrêmes et, surtout, les changements brusques d'humidité relative, afin de limiter les conditions propices à la prolifération du champignon *Botrytis*, du blanc et du mildiou, et d'y exposer les plants le moins longtemps possible.

- Se rappeler que la température à la surface des feuilles est plus faible dans les serres recouvertes de plastique que dans les serres en verre, à cause du

rayonnement dans le rouge lointain qui augmente la perte de chaleur.

- S'assurer que l'air circule bien dans toute la serre pour que la température soit uniforme partout dans la culture et pour éviter que l'humidité ne se condense sur certains plants, surtout le soir, ce qui créerait des conditions idéales pour l'apparition du blanc et des infections par *Botrytis*.

- Éviter autant que possible de soumettre la culture à des conditions extrêmes. Par exemple, dans le cas des cyclamens, la combinaison forte chaleur et surfertilisation favorise la pourriture du collet et des racines par *Fusarium* et la combinaison forte chaleur et forte humidité relative rend les boutures vulnérables aux attaques par *Rhizoctonia* pendant ou juste après la multiplication. Éviter aussi les températures basses qui, elles, sont favorables à la prolifération de *Pythium* dans les cultures qui ont besoin de chaleur.

Modification des pratiques culturales

Les plantes qui souffrent constamment de stress sont plus vulnérables aux attaques des organismes pathogènes. Il y a stress ou agression quand le milieu offert aux racines ou aux parties aériennes de la plante laisse à désirer.

Bien comprendre ce dont la culture a besoin pour assurer sa croissance. Les cultures ne tolèrent pas toutes les mêmes conditions. Par exemple, le lis de Pâques et la primevère ont des besoins très différents; les racines du lis de Pâques ne tolèrent pas un substrat ou sol détrempé, peu oxygéné, tandis que les racines de la primevère ne tolèrent pas un substrat sec.

Au besoin, vérifier chaque semaine le pH du substrat et sa conductivité électrique. Éviter les apports de fertilisants lorsque la salinité du substrat est élevée. Le niveau à partir duquel on considère que la salinité est élevée varie selon la culture et le stade phénologique (se reporter au chapitre 3, *Eau, substrat et fertilisation*, p. 19). La salinité fait apparaître sur les poils absorbants et les jeunes racines des blessures qui deviennent des points d'entrée pour les organismes pathogènes, comme *Pythium* et *Fusarium*.

Utiliser des contenants propres et des substrats poreux et bien drainés qui sont moins hospitaliers aux organismes pathogènes tels que *Pythium* et *Phytophthora*.

Si des maladies foliaires se déclarent régulièrement, réexaminer les réglages et les pratiques touchant la température, l'humidité relative, la circulation d'air et l'arrosage. On peut souvent diminuer l'incidence des maladies foliaires en relevant la température dans la serre la nuit, en relevant le seuil minimal de la température des conduites chauffantes en hauteur ou en s'assurant d'un renouvellement de l'air périodique durant la nuit.

Hygiène et élimination des plantes malades

L'hygiène est la première composante de tout programme de lutte contre les maladies. Si une source d'infection ou d'infestation est constamment présente à cause d'un manque d'hygiène, les programmes de lutte contre les maladies deviennent de plus en plus coûteux et d'une efficacité décevante. De bonnes habitudes d'hygiène dans la serre et à ses abords immédiats, durant tous les stades de la production, constituent la première ligne de défense contre les maladies.

L'assainissement de la serre oblige à des efforts continus à longueur d'année. La propreté seule ne suffit pas pour enrayer les problèmes phytosanitaires, mais elle est la condition première de tout programme de lutte. Les précautions suivantes sont importantes :

- Installer des pédiluves aux endroits où l'on passe d'une chapelle à l'autre, en particulier entre les chapelles consacrées à la multiplication et celles où se trouvent les plants-mères. Il est indispensable de renouveler au moment opportun la solution désinfectante des pédiluves. Se conformer au mode d'emploi du désinfectant utilisé. L'eau de Javel à usage domestique n'est pas recommandée dans les pédiluves.

- Sortir de la serre les plantes, les feuilles et les fleurs mortes et fanées dès qu'on les remarque. Dans la culture du géranium, pour réduire l'incidence de *Botrytis*, il est passablement important de prélever toutes les fleurs mortes et de les évacuer de la serre. Ne pas laisser de plants malades sous les banquettes.

- Jeter les plants atteints de maladies tenaces dans des poubelles commerciales et les porter au dépotoir pour réduire les sources d'inoculum.

- Pour évacuer les végétaux malades, utiliser des brouettes ou des chariots strictement réservés à cet usage. À défaut, les désinfecter après chaque usage.

- Exiger des employés qu'ils portent des gants jetables quand ils manipulent des plants malades. À défaut, exiger qu'ils se lavent les mains soigneusement avec du savon ou une lotion bactéricide avant d'entreprendre une autre tâche. De même, lorsqu'ils prélèvent des boutures, ils doivent se laver les mains entre chaque cultivar.

- Entasser les déchets de cultures normaux à bonne distance de la serre et en aval des vents dominants pour empêcher que des particules de substrat ou de tissus végétaux ne rentrent dans la serre sous l'effet du vent ou de l'aspiration par les ventilateurs. Il est préférable de recouvrir ces déchets ou, sinon, de les emporter à intervalle régulier hors de l'exploitation.

- Garder propres les allées de la serre et les surfaces des banquettes. Assainir la serre entre les cultures.

- Inspecter minutieusement les parties aériennes et les racines du matériel végétatif que l'on achète pour produire les plants-mères. Avant de le rentrer dans la serre, il vaut mieux le mettre en quarantaine pendant un certain temps.

- Éviter de garder des plantes d'intérieur ou de jardin dans la serre pendant l'hiver, car elles peuvent être une source de maladies.

- Maintenir un bon drainage pour éliminer les flaques et les surfaces humides, car elles sont des lieux de reproduction idéaux pour les mouches des terreaux et les mouches des rivages. Ces insectes nuisibles sont une source possible d'infection par des organismes pathogènes des racines tels que *Pythium* et *Fusarium*.

- Maintenir la serre exempte de mauvaises herbes susceptibles d'abriter des organismes pathogènes comme le virus de la tache nécrotique de l'impatiente/virus de la maladie bronzée de la tomate, ou des insectes qui peuvent être vecteurs de maladies ou de virus.

- En culture sur sol, désinfecter le terreau ou le sol avant d'y installer les cultures d'hiver pour limiter la présence d'organismes pathogènes s'attaquant aux racines et au collet des plantes. Se reporter à la rubrique *Vapeur*, p. 87.

- Désinfecter régulièrement à la vapeur les banquettes où l'on produit les plants-mères.

- Avant de s'en servir, désinfecter les banquettes et les plateaux de culture des plants-mères afin d'éliminer les bactéries et les champignons.

- Utiliser des banquettes en métal déployé plutôt que des banquettes de bois pour faciliter le nettoyage et limiter la propagation et la survie des organismes pathogènes pendant la multiplication des plants.

- Balayer ou aspirer les surfaces des banquettes, avant de les désinfecter, pour assurer un contact maximal avec la solution désinfectante et donc un maximum d'efficacité. La tourbe et toute autre matière organique laissées sur les banquettes avant l'assainissement réduisent l'efficacité de la plupart des produits d'assainissement. Si nécessaire, laver à grande eau les banquettes et les parois de la serre avec des détergents horticoles pour détruire les algues avant la désinfection.

- Vider et désinfecter le bassin collecteur où retourne la solution nutritive recyclée, en même temps que les sols de béton ou les rigoles, pour ne pas contaminer à nouveau les aires de production.

- Tremper les couteaux à bouturer dans de l'alcool à 70 %, entre chaque cultivar, pour ne pas propager les maladies. Entre deux récoltes, si possible, faire une désinfection totale (vide sanitaire) de la structure de la serre (murs), des conduites chauffantes, des allées, des banquettes et du matériel de serre.

Biosécurité

La biosécurité est un procédé qui vise à protéger une zone géographique ou une installation en particulier des ravageurs et des maladies. Elle passe par la réduction des risques d'introduction de nouveaux ennemis des cultures et l'éradication ou une maîtrise efficace de ceux qui sont déjà présents. Le temps que les producteurs consacrent à la mise en place des mesures inspirées du bon sens et destinées à prévenir l'introduction d'organismes nuisibles et de maladies

sur leur ferme est un bon investissement. Dans le secteur de la floriculture pratiquée en serre, ces mesures consistent en de bonnes pratiques d'hygiène, en une inspection approfondie des boutures qui arrivent et en la mise en place de stratégies de lutte intégrée, telles qu'elles sont décrites dans le présent chapitre ainsi qu'au chapitre 4, *Lutte intégrée contre les insectes et les acariens,* p. 45. La mise en œuvre d'un protocole de biosécurité visant les visiteurs qui pénètrent dans les installations joue aussi un rôle important dans la réduction des risques d'introduction et d'établissement de nouveaux ravageurs et de nouvelles maladies.

Désinfectants

Ces produits jouent un rôle important dans la prévention et la maîtrise des virus et des champignons pathogènes dans la serre. Il en existe un certain nombre, dont les suivants :

- *Agribrom* — utilisé pour détruire le film microbien visqueux qui se développe dans les installations de refroidissement par évaporation, ainsi que les algues et les films microbiens dans le réseau d'irrigation. Toutefois, le maintien de la concentration voulue d'Agribrom dans les réseaux d'irrigation automatiques s'est révélé difficile pour la plupart des producteurs, même avec le « brominator », distributeur-doseur spécialement conçu.

- Solution titrant 0,5–1 % d'hypochlorite de sodium — mélanger 1 partie d'eau de Javel et 10 parties d'eau pour obtenir une solution finale tirant 0,5 %. Pour obtenir une solution titrant 1 %, mélanger 1 partie d'eau de Javel et 5 parties d'eau. Utiliser une solution renforcée (jusqu'à 1 %) dans le cas de foyers de maladie graves ou pour désinfecter des banquettes de bois. Le chlore est un désinfectant très efficace, mais il se volatilise rapidement quand il est mélangé à l'eau et il perd la moitié de sa puissance en deux heures. Si des plantes se trouvent à proximité de l'aire désinfectée, aérer abondamment car les émanations d'eau de Javel peuvent les affecter. La matière organique inactive très rapidement le chlore. Il faut savoir que si des surfaces désinfectées au chlore sèchent rapidement, il pourra s'en dégager du chlore résiduel lorsqu'elles seront à nouveau mouillées.

- *Horti-Klor* —agent nettoyant ou détergent qu'on peut utiliser en premier lieu pour enlever les algues et les résidus de plantes sur le matériel de conditionnement des plantes. Suivre le mode d'emploi du fabricant.

- *Chemprocide* — un composé de chlorure d'ammonium quaternaire doué d'un large spectre d'activité fongicide et bactéricide, dont l'usage est recommandé pour désinfecter les surfaces et les pédiluves.

- *Floralife D.C.D.* — un composé de chlorure d'ammonium quaternaire à action fongicide et bactéricide. Nettoyer à fond les surfaces avant de les désinfecter et faire en sorte qu'elles restent humides pendant 10 minutes pour que le produit agisse.

- *Virkon* — un désinfectant à base de monopersulfate de potassium qui possède une action fongicide, bactéricide et virucide à large spectre.

- Les composés de chlorure d'ammonium quaternaire sont plutôt stables parce que le chlore n'y est pas volatil, mais ils désinfectent comme l'eau de Javel. Comme celle-ci également, ils sont inactivés quand ils entrent en contact avec une matière organique. Il est donc très important d'enlever le plus possible de matière organique sur les surfaces à désinfecter.

Méthodes de pasteurisation des sols et des substrats

Les substrats avec sol utilisés dans les serres et les planches à base de terre servant à la culture des fleurs coupées contiennent en général des graines de mauvaises herbes, des insectes, des bactéries et des champignons qui peuvent nuire aux plantes cultivées. La même chose est vraie des mélanges d'empotage et de leurs composants, à moins qu'ils ne soient garantis stérilisés ou pasteurisés par le fabricant. Il est important de pasteuriser les milieux de culture renfermant de la terre pour éliminer ces organismes nuisibles. Idéalement, ce traitement doit épargner les organismes utiles.

Rares sont les producteurs qui amendent encore leur substrat avec du sol, à cause de la difficulté à se procurer un sol arable de bonne qualité, à cause aussi des craintes quant aux résidus d'herbicides, du coût d'un traitement à la vapeur et des coûts de main-d'œuvre qui s'y rattachent.

Même s'ils ne sont pas stériles, les substrats sans sol sont essentiellement exempts de maladies en raison de la faiblesse du pH de la mousse de sphaigne qui est récoltée dans les tourbières.

Vapeur

La pasteurisation fait le plus souvent appel à la vapeur comme source de chaleur. La vapeur s'emploie de différentes façons, selon le type de culture. Pour pasteuriser un terreau pour plantules de légumes ou plantes à empoter, certains producteurs entassent le terreau dans une remorque modifiée ou une vieille caisse de camion et injectent la vapeur par le fond. Quand le terreau est refroidi, le transporter jusqu'à l'endroit où il servira ou le recouvrir et l'entreposer dans un lieu isolé où les risques de contamination sont minimes.

Voici deux techniques de pasteurisation à la vapeur des planches de culture qui s'utilisent dans la production de fleurs coupées ou de légumes :

- Travailler d'abord les planches de culture au rotoculteur, puis les recouvrir d'une bâche. Injecter la vapeur directement sous la bâche avec un boyau en toile ou avec un tuyau de drainage en plastique souple perforé pour une répartition uniforme de la chaleur. Le sol doit être bien meuble et humide afin d'assurer une pénétration rapide et uniforme de la vapeur. De nombreux producteurs utilisent un petit ventilateur qui permet de soulever la bâche plus facilement. Insérer un géothermomètre à une profondeur d'au moins 15 cm dans le sol pour surveiller la température. Voir le tableau 7–1, *Rapport durée-température pour détruire les organismes indésirables,* sur cette page. Il montre que la plupart des organismes préoccupants pour les producteurs peuvent être éliminés en 30 minutes sous des conditions idéales de 60 °C.

- Avant un éventuel passage du rotoculteur à la suite du traitement à la vapeur, prendre bien soin d'assainir l'appareil et éviter de travailler le sol à une profondeur supérieure à la profondeur de pénétration de la vapeur.

Quand on réutilise de la laine de roche, le temps nécessaire au traitement à la vapeur dépend du degré d'humidité de ce substrat et de la température utilisée. À 90 °C, un traitement à la vapeur d'une durée de 30 minutes devrait suffire. En règle générale, plus le substrat est humide, plus le traitement doit être long. Pour cette raison, le substrat doit être le plus sec possible avant le traitement à la vapeur. La laine de roche sortie des sacs de polyéthylène et empilée sur des palettes peut être stérilisée à la vapeur en deux heures. Si la laine de roche est enveloppée dans du polyéthylène, le traitement à la vapeur doit durer cinq heures. Ne pas empiler la laine de roche sur plus de 1,5 m de hauteur. Pour stabiliser la pile, placer chaque rangée de plaques à angle droit par rapport à la rangée du dessous. De plus, laisser un espace de 2,5 cm entre chaque plaque pour laisser passer la vapeur.

Quand on réutilise du matériel de compostage renfermant un substrat d'empotage ayant déjà servi et des résidus végétaux, lui faire subir au préalable un traitement à la vapeur pour réduire au minimum les risques de maladie.

Tableau 7–1. Rapport durée-température pour détruire les organismes indésirables

Mauvaises herbes (la plupart)	70–80 °C pendant 15 min
Bactéries (la plupart)	60 °C pendant 10 min
Fusarium	57 °C pendant 30 min
Botrytis	55 °C pendant 15 min
Nématodes	55 °C pendant 30 min
Rhizoctonia	52 °C pendant 30 min
Sclerotinia	50 °C pendant 5 min
Pythium	46 °C pendant 40 min

Au-dessus de 82 °C, le traitement commence à détruire également les organismes utiles du sol. Un sol porté à une température trop élevée pendant trop longtemps devient stérile et plus vulnérable aux infections qu'auparavant, simplement parce que tous les organismes utiles ont été détruits. Un chauffage excessif a de nombreux autres effets néfastes :

- dégagement excessif d'ammoniac;
- concentration toxique de manganèse;
- élévation de la teneur totale en sels;
- destruction de la matière organique.

Vapeur aérée

L'emploi de la vapeur aérée se généralise. Cette méthode consiste à mélanger de la vapeur vive et de l'air dans une enceinte et à utiliser ce mélange (à 70 °C) pour pasteuriser le sol. Comme la température de ce mélange est moins élevée, on peut pasteuriser le

sol tout en évitant les risques d'un chauffage excessif. À moins de problèmes particuliers, une température de 70 °C dans le sol élimine la plupart des insectes nuisibles et des organismes pathogènes.

Pasteurisateurs électriques

Les pasteurisateurs électriques conviennent pour de petits volumes de substrat, quand aucune autre méthode n'est disponible. Attention, ils peuvent facilement « cuire » le terreau. En effet, pour que le terreau situé entre les ailettes atteigne la température de 82 °C, il faut que les ailettes soient à une température plus élevée. Le substrat doit être humide pour mieux conduire la chaleur.

Fumigants chimiques

Certains fumigants, tels que Basamid et Vapam, peuvent aussi être utilisés pour pasteuriser les terreaux d'empotage, les planches de culture ou les banquettes dans les serres, bien qu'ils ne soient plus guère utilisés. Chacun de ces produits s'applique selon une dose particulière et agit de façon spécifique contre les insectes terricoles, les maladies, les nématodes et les mauvaises herbes. Il faut savoir que certaines formulations sont moins efficaces que d'autres contre certains ennemis des cultures en particulier; toujours lire l'étiquette du produit. N'utiliser ces produits que lorsque les serres sont exemptes de culture, afin d'éviter les dommages causés par une exposition accidentelle aux émanations toxiques. Le fumigant Telone IIB est uniquement homologué pour le traitement des sols destinés à la culture de fleurs à l'extérieur.

Tableau 7–2. Fumigants chimiques pour traitement du sol

Contre les nématodes seulement	
Produit	**Dose (par 100 m²)**
Telone IIB*	2,0 L
Telone C-17*	2,0 L
Contre les nématodes, les champignons, les insectes et certaines bactéries	
Basamid (granulés)	3,25–5 kg, incorporé sur une profondeur de 15–23 cm
Vapam (liquide)	10 L

* Telone IIB et Telone C-17 sont homologués pour utilisation sur des cultures florales à l'extérieur seulement. Ils seront retirés du marché et ne pourront plus être utilisés après le 31 décembre 2011.

On trouvera au tableau 7–2, *Fumigants chimiques pour traitement du sol,* sur cette page, les fumigants qui sont efficaces pour le traitement en présemis ou préplantation des planches de culture à base de terre. Les quantités indiquées permettent de traiter 100 m².

Lutte contre les mauvaises herbes

Les mauvaises herbes peuvent servir de réservoir pour les organismes pathogènes. Les combattre est donc une des facettes importantes de tout programme de lutte antiparasitaire. Pour plus d'information sur la lutte contre les mauvaises herbes, voir *Méthodes de lutte contre les mauvaises herbes,* p. 49.

Matériel exempt d'organismes pathogènes

Acheter les boutures auprès d'entreprises spécialisées dans la sélection des végétaux ou la production de plants-mères pour réduire au minimum les risques d'introduire des maladies dans la serre. Si possible, isoler le nouveau matériel de façon à réduire les risques de contamination.

Remplacer les plants-mères régulièrement, tous les trois mois ou tous les six mois, selon l'espèce cultivée. Ne pas conserver de plantes à massif d'une saison à l'autre.

Pratiquer un vide sanitaire : sortir tout ce qui reste de la culture précédente et assainir les lieux à fond avant d'y apporter le nouveau matériel. À défaut de vide sanitaire, isoler le nouveau matériel dans une zone distincte.

Lutte contre les vecteurs

Les insectes propagent de nombreux virus et viroïdes. Ainsi, les pucerons propagent la jaunisse de l'aster dans les chrysanthèmes, et les thrips des petits fruits, le virus de la tache nécrotique de l'impatiente ou le virus de la maladie bronzée de la tomate. La pose de filets anti-insectes devant les orifices d'aération de la serre mérite d'être envisagée. Elle réduit l'entrée des insectes dans la serre et permet d'en maîtriser plus facilement les populations.

Les mouches des terreaux peuvent propager les spores de *Pythium*. Leurs larves endommagent les jeunes racines en s'alimentant. Des recherches ont montré que les larves des mouches des terreaux hébergent fréquemment les oospores (spores sexuées à parois épaisses) de *Pythium* dans leur tube digestif, et qu'elles assurent ainsi leur dissémination. De plus, les adultes peuvent transporter cet organisme pathogène sur leurs pattes et leurs pièces buccales. La maîtrise des algues par des pratiques d'arrosage judicieuses et un drainage adéquat des zones situées sous les banquettes permettent d'abaisser les populations de mouches des terreaux et de mouches des rivages et de limiter la propagation des agents pathogènes.

Résistance des plantes-hôtes

Chez de nombreuses espèces végétales, la vulnérabilité à l'égard des maladies varie selon le cultivar. L'amélioration génétique des cultures a mis à la disposition des producteurs des cultivars résistants à un ou à plusieurs insectes ou maladies. Ainsi, les pourritures fusariennes du collet et des racines sont-elles rarement un problème pour les producteurs de tomates de serre, car il existe maintenant des cultivars résistants. Les serriculteurs utilisent de plus en plus des cultivars de concombre résistants au blanc. La sélection génétique axée sur la résistance aux parasites n'a pas encore été pleinement utilisée dans le domaine des cultures ornementales, mais elle ouvre la voie à des progrès en lutte antiparasitaire.

En attendant, les producteurs aux prises avec des problèmes phytosanitaires peuvent améliorer leur programme de lutte en faisant attention au choix des cultivars et à la façon dont ceux-ci sont affectés par les ennemis des cultures. Les producteurs peuvent également se servir des cultivars sensibles comme plantes sentinelles qui signalent la présence de ravageurs et de maladies. La pulvérisation localisée des cultivars sensibles attaqués par des insectes nuisibles ou des maladies est un moyen de lutte très efficace ainsi qu'un moyen de réduire la quantité de pesticides utilisés. Bien que le choix des cultivars soit surtout dicté par les exigences du marché, le producteur peut quand même cesser ou réduire la production d'un cultivar vulnérable au profit d'un autre plus résistant.

Il existe des différences entre les cultivars quant à la vulnérabilité à certaines maladies. Les obtenteurs et sélectionneurs de végétaux commencent à faire appel au génie génétique pour rendre les cultures plus résistantes à la maladie.

Lutte chimique

L'emploi de fongicides a toujours été à la base de la lutte contre les maladies. On les utilise pour protéger des plants sains, pour traiter des plants infectés ou pour éradiquer les maladies. Il est primordial d'utiliser en alternance des fongicides ayant des modes d'action différents de façon à réduire les risques de voir apparaître une résistance. Pratiquer la rotation des fongicides est de plus en plus important du fait que la plupart des fongicides récents ont un seul mode d'action et sont davantage sujets à provoquer l'apparition de résistances. Il est également crucial dans la gestion des résistances de freiner l'utilisation des fongicides et de rechercher d'autres méthodes de lutte. D'ailleurs, un bon moyen de moins recourir aux fongicides est de mieux comprendre et d'apprécier à leur juste valeur les pratiques culturales qui visent à lutter contre les maladies.

Lutte biologique contre les maladies

La lutte biologique contre les maladies fait appel à des bactéries et à des champignons qui sont présents dans la nature et qui sont à même de réduire fortement les populations d'organismes pathogènes, sans nuire aux cultures. Leurs modes d'action sont multiples : compétition, antibiose, parasitisme ou résistance induite. La plupart des agents de lutte biologique doivent être considérés comme des moyens de prévention ou de maîtrise partielle des ennemis des cultures, et doivent être appliqués dès la mise en culture. Les étiquettes parlent, non pas de maîtrise, mais de maîtrise partielle des maladies.

Des fongicides microbiens sont désormais homologués au Canada pour utilisation sur des cultures ornementales de serre. Voici une liste de ceux qui visent à combattre les maladies des racines :

- Mycostop est homologué pour une maîtrise partielle de la fonte des semis causée par *Pythium*, de la pourriture des racines et des collets causée par *Phytophthora*, et de la flétrissure due à *Fusarium* dans les cultures ornementales. La bactérie terricole qui en est l'ingrédient actif, *Streptomyces griseovirdis* K61, exerce son action fongicide par hyperparasitisme

(le microbe prive le champignon pathogène de nourriture en devançant le champignon dans la colonisation des racines des végétaux) et par synthèse de substances antibiotiques (qui inhibent la croissance de l'agent pathogène). L'action de Mycostop étant préventive, ce produit doit être appliqué sous forme de solution dont on arrose abondamment le substrat, immédiatement avant l'empotage. Il faut ensuite répéter le traitement toutes les trois à six semaines selon la pression exercée par la maladie.

- Rootshield est homologué pour la maîtrise partielle de *Fusarium*, de *Pythium* et de *Rhizoctonia* dans toutes les cultures ornementales. La souche du champignon *Trichoderma harzianum* KRL-AG2, présente à l'état naturel, exerce son action protectrice en colonisant la surface des racines et la rhizosphère, ce qu'il réussit à faire en assimilant les déchets que les racines rejettent dans le sol durant leur croissance normale. Il parasite également les champignons pathogènes en émettant des enzymes qui dégradent leurs membranes cellulaires. Il est recommandé d'appliquer ce biofongicide immédiatement après la germination, l'enracinement ou la mise en place des boutures végétatives. Il existe en deux formulations : l'une, qui est constituée de granulés qu'on incorpore au substrat pendant sa confection, l'autre, qui s'applique par bassinage du substrat servant au repiquage des jeunes plants ou des boutures et qui s'applique à intervalles réguliers.

- PreStop est homologué pour la maîtrise partielle des champignons *Pythium*, *Rhizoctonia* et *Phytophthora* chez un large éventail de plantes ornementales et à massif. Ce produit est aussi homologué pour la lutte contre *Botrytis* dans diverses cultures ornementales. Son action repose sur la capacité de sa matière active, la souche J1446 du champignon *Gliocladium catenulatum*, à entrer en concurrence avec les organismes phytopathogènes pour la colonisation de la surface des racines et l'assimilation des éléments nutritifs dont se trouve ainsi privé l'agent pathogène. Cette souche du champignon produit par ailleurs des enzymes qui dégradent les parois cellulaires des organismes pathogènes, un phénomène désigné hyperparasitisme. On peut employer le produit comme traitement du substrat ou traitement par bassinage du sol pour lutter contre les maladies des racines. On peut aussi l'utiliser comme traitement foliaire pour lutter contre *Botrytis*.

- *Bacillus subtilis* MBI 600 est homologué pour incorporation dans les substrats sans sol fabriqués par Premier. L'homologation vise la maîtrise partielle de la fonte des semis et de la pourriture des racines causées par *Pythium* spp.

- Contans est homologué pour la maîtrise de l'activité de *Sclerotinia* dans les cultures de fleurs coupées produites en serre avec sol et pour la maîtrise partielle de cet agent pathogène dans les cultures de fleurs coupées produites à l'extérieur. La matière active, la souche Con/m/91-08 du champignon *Coniothyrium minitans*, doit être appliquée au sol trois mois avant le moment prévisible de l'apparition de *Sclérotinia* dans une culture de fleurs sensible.

Voici quelques fongicides microbiens employés pour combattre des maladies foliaires :

- Rhapsody renferme la souche QST 713 de la bactérie *Bacillus subtilis*. Ce produit est homologué pour la maîtrise partielle du blanc, des infections à *Botrytis* et des taches foliaires chez un certain nombre d'espèces ornementales cultivées en serre et à l'extérieur. La bactérie *Bacillus subtilis* produit des substances chimiques qui provoquent la dégradation de la membrane cellulaire des organismes pathogènes. Elle empêche ces derniers de coloniser le plant. La dose varie selon la pression exercée par la maladie. Le traitement doit être répété à intervalles de sept jours.

- Actinovate SP est homologué pour procurer une maîtrise partielle du blanc dans les poivrons, piments et gerberas cultivés en serre et en plein champ, ainsi que pour la maîtrise partielle du champignon *Botrytis* et du blanc dans les fraisiers de serre et de plein champ. La matière active est la souche WYEC 108 de la bactérie *Streptomyces lydicus*, qui colonise la surface foliaire et entre en concurrence avec les organismes pathogènes foliaires. Cette souche produirait, croit-on, des antibiotiques dont l'action serait dirigée contre les organismes phytopathogènes. Pour lutter contre le blanc dans les gerberas, faire un traitement foliaire au moment du repiquage, puis deux pulvérisations supplémentaires à sept jours d'intervalles.

- PreStop est aussi homologué comme traitement foliaire dirigé contre *Botrytis*. Pour connaître son mode d'action, voir la description du produit la

première fois où celui-ci est mentionné un peu plus haut sous la présente rubrique.

Les agents de lutte biologique, tout comme les pesticides, ne constituent pas une panacée contre les maladies des plantes. Ils ne dispenseront jamais le producteur d'appliquer de bonnes stratégies de conduite des cultures.

Conditions de réussite de la lutte contre les maladies

Les mesures suivantes constituent les conditions de réussite des mesures de lutte contre les maladies :

- Miser sur la prévention davantage que sur les remèdes. L'approche préventive est cruciale dans tout système de production, mais particulièrement quand on exploite une serre avec recyclage de la solution nutritive et sub-irrigation.

- Inspecter les cultures toutes les semaines ou (au minimum) toutes les deux semaines.

- Inspecter les cultures afin de détecter rapidement les problèmes. Il s'agit non seulement de scruter le feuillage et les racines des plantes, mais également de vérifier les paramètres ambiants commandés par ordinateur ou réglés manuellement.

- À titre d'exploitant-gestionnaire, tenir des registres détaillés permettant de rapprocher et de recouper les différents types de données, sur les cultures, l'environnement, les insectes et les maladies, et d'en faire l'analyse.

- Noter aussi les conditions météorologiques afin d'être en mesure de prévoir les problèmes de maladie. Par exemple, si l'été est frais, nuageux et pluvieux et que le système de chauffage central est débranché, les conditions peuvent devenir propices au mildiou. Chez les producteurs de plants-mères de poinsettia, de telles conditions peuvent entraîner un enracinement lent et inégal des boutures et une recrudescence de la pourriture à *Botrytis* s'ils ne fournissent pas de chaleur d'appoint.

- La personne qui est chargée du dépistage doit communiquer étroitement avec la personne chargée de la conduite générale des cultures. Idéalement, la personne qui effectue les travaux horticoles dans la serre devrait être celle à qui l'on confie le dépistage des maladies et la surveillance des paramètres ambiants. Dans bien des exploitations, un employé précis doit être affecté à ces tâches, de manière à libérer le propriétaire-exploitant qui a d'autres soucis en tête.

- L'exactitude du diagnostic est fondamentale. Quand l'organisme pathogène en cause n'est pas identifié correctement, il est impossible d'appliquer avec succès les stratégies de lutte culturale ou chimique. Ce sont les champignons du sol qui sont les plus difficiles à identifier par les producteurs. Les échantillons peuvent être envoyés à la Clinique de diagnostic phytosanitaire de l'Université de Guelph, qui pourra poser un diagnostic exact. Voir l'annexe E, *Service de diagnostic*, p. 156, pour plus de détails à ce sujet. Pour certaines maladies, les producteurs peuvent se procurer auprès d'entreprises comme Agdia des trousses de diagnostic ELISA qu'ils peuvent utiliser eux-mêmes.

- S'appliquer à bien comprendre les maladies qui affectent les cultures que l'on produit. Le choix des méthodes adaptées pour les combattre et du moment opportun pour les mettre en œuvre devient alors partie intégrante d'un processus continu.

- Les organismes pathogènes étant de taille microscopique, apprendre à prévoir les périodes où le risque d'infection est élevé et où les cultures sont vulnérables. Se rappeler qu'en règle générale, les symptômes ne deviennent visibles que lorsque l'organisme pathogène est présent depuis un bon moment déjà et qu'il est alors devenu plus difficile à combattre.

8. Principales maladies des plantes de serre

Organismes de quarantaine

Ce chapitre décrit les maladies les plus fréquentes dans les serres servant à la floriculture. Il est important toutefois de souligner qu'il existe des maladies qui, bien que très rares, peuvent avoir des répercussions dévastatrices quand elles sont présentes. Un organisme de quarantaine est un « organisme nuisible qui a une importance potentielle pour l'économie de la zone menacée et qui n'est pas encore présent dans cette zone ou bien qui y est présent mais n'y est pas largement disséminé et fait l'objet d'une lutte officielle » (FAO, 2004). Certains de ces organismes sont réputés constituer une menace et sont réglementés par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). D'autres peuvent sembler inoffensifs tant qu'ils ne se sont pas manifestés, après quoi l'ACIA se prononce sur le risque qu'ils représentent. La présence d'organismes réglementés doit obligatoirement être signalée à l'ACIA qui décide alors des mesures à prendre pour réagir à cette présence. Même si ces signalements peuvent être lourds de conséquences sur le plan financier pour les producteurs, ils n'en demeurent pas moins importants pour l'industrie. Taire la présence d'un organisme de quarantaine peut menacer l'exportation de plantes ornementales vers des pays comme les États-Unis. Les organismes de quarantaine connus en juin 2010 sont répertoriés dans le présent chapitre; ils comprennent la rouille blanche du chrysanthème, la flétrissure bactérienne des pélargoniums et l'encre des chênes rouges. Pour plus d'information sur les organismes réglementés et pour en obtenir la liste la plus à jour, consulter le site Web de l'ACIA à *www.inspection.gc.ca* ou communiquer avec un bureau local de l'ACIA (voir l'annexe D, *Autres ressources*, p. 155).

Maladies cryptogamiques (mycoses)

Botrytis (moisissure grise)

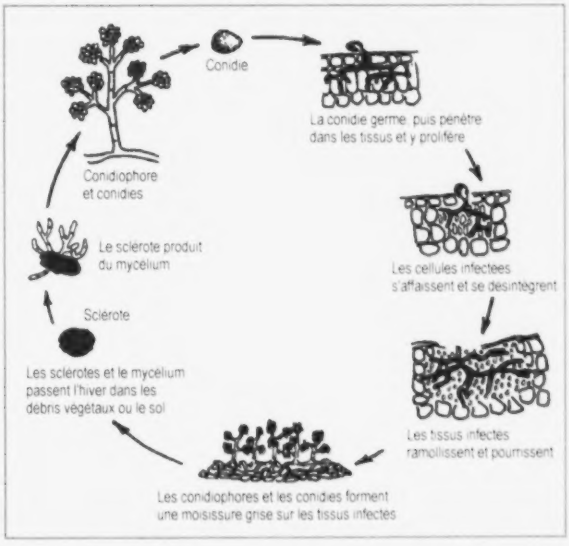
Le champignon *Botrytis cinerea* est à l'origine de nombreuses maladies communes chez les plantes ornementales et les légumes cultivés en serre. Ces maladies portent souvent le nom de « moisissure grise », à cause des spores grises ou brunes caractéristiques qui recouvrent les tissus infectés lorsque les conditions sont favorables à la fructification du champignon.

Les symptômes d'une infection à *Botrytis* sont des petites taches et flétrissures sur les fleurs, des brûlures ou flétrissures sur les feuilles, la pourriture des bourgeons et des boutures, des chancres sur les tiges et la pourriture des cormes ou des bulbes.

Les infections se produisent quand les conidies (spores), en germant, s'infiltrent dans les tissus succulents des feuilles ou des fleurs, les stomates ou les blessures, ou quand du mycélium ou des tissus de plants infectés entrent en contact avec des tissus sains de la plante-hôte. Voir la figure 8–1, *Cycle biologique de Botrytis*, sur cette page.

Botrytis s'attaque aux tissus tendres, sains ou sénescents, riches en éléments nutritifs, des fleurs ou des bractées de la plupart des espèces florales, dont le cyclamen, le géranium, le rosier et le poinsettia. Les infections engendrées par le mycélium se produisent ordinairement lorsque des fleurs ou des feuilles infectées tombent sur des feuilles saines situées au-dessous et restent collées aux surfaces foliaires mouillées.

Figure 8–1. Cycle biologique de *Botrytis*



Les infections latentes s'installent comme il est décrit plus haut, mais, à cause de conditions environnementales défavorables, elles ne s'extériorisent pas. Les symptômes peuvent apparaître dès que les conditions deviennent favorables. Ainsi, il arrive fréquemment que des fleurs coupées qui semblent saines au moment d'être coupées et emballées présentent, une fois arrivées au point de vente au détail de destination, des taches jaune-brun sur les pétales.

Botrytis est un champignon ubiquiste; on en trouve les spores partout. Les conidies s'éparpillent très rapidement dans les courants d'air ou dans ou sur les gouttelettes d'eau. La libération des spores est déclenchée par les fluctuations de l'humidité relative. La germination des spores se produit en moins de trois heures et la sporulation, moins de huit heures suivant l'infection initiale.

Les infections à *Botrytis* se déclarent généralement lorsque le temps est frais et pluvieux ou lourd et humide, conditions propices à l'infection et à la sporulation. Les facteurs qui déclenchent l'infection initiale puis l'apparition des lésions sont la température et la présence d'eau libre contenant des éléments nutritifs dissous. Les conditions optimales pour la prolifération de *Botrytis* sont des températures de 15–23 °C et des taux d'humidité relative supérieurs à 90 % ou de l'eau libre microscopique sur les tissus végétaux, qui se forme lorsque les tissus végétaux sont plus frais que la température ambiante.

Moyens de lutte

La moisissure grise *(Botrytis)* est souvent perçue comme « la maladie des serres mal tenues ». On en atténue le plus possible les répercussions par les soins culturaux et la modification des conditions environnementales. Par exemple, on peut abaisser l'humidité relative la nuit en maintenant alors la température plus élevée et en utilisant de bonnes pratiques de ventilation.

Utiliser un système de régulation informatisée de l'humidité. Empêcher la formation d'eau libre en évitant que, la nuit, la température des feuilles ou des tissus végétaux soit inférieure à la température de l'air ou que l'air se refroidisse sous le point de rosée. Cette situation est fréquente en soirée lorsque le temps est clair ou tôt le matin lorsque l'air se réchauffe plus rapidement que les surfaces végétales. Régler au minimum les températures de la canalisation l'été quand les nuits sont douces et humides.

Calibrer les capteurs d'humidité relative périodiquement. Maintenir l'humidité relative sous la barre des 85 %. Éviter que les feuilles ne restent mouillées plus de trois à quatre heures.

Faire en sorte que l'air circule entre les plants, notamment en les espaçant suffisamment, pour que les tissus restent secs. Supprimer au besoin l'excès de feuillage.

Appliquer les mesures d'hygiène nécessaires avant et pendant la culture. La propreté est essentielle. Enlever les fleurs et les feuilles sénescentes.

Éviter autant que possible d'irriguer par aspersion ou, à tout le moins, le faire assez tôt dans la journée pour que le feuillage s'assèche avant la nuit.

Taches foliaires, taches florales et brûlures d'origine cryptogamique

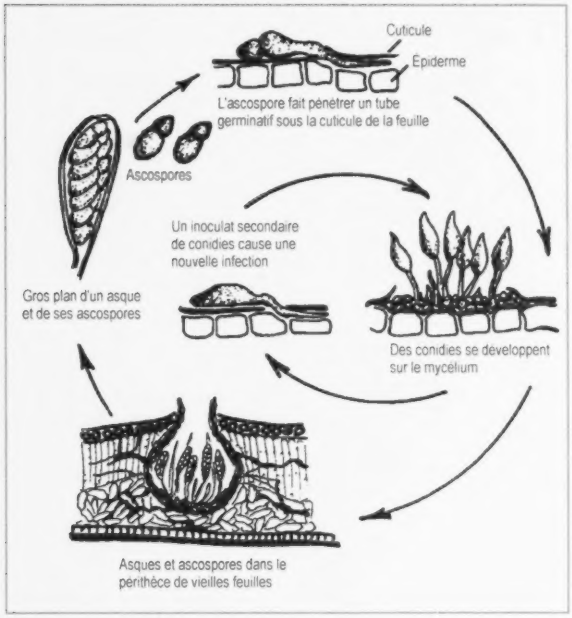
Des champignons pathogènes sont responsables de toutes ces maladies aux symptômes très variables. Voir la figure 8–2, *Cycle biologique de la tache foliaire,* p. 95.

Les champignons qui causent le plus souvent des taches foliaires appartiennent aux genres *Alternaria, Ascochyta, Cercospora, Phyllosticta, Gloesporium* et *Septoria*. La plupart produisent des conidies à profusion. Les spores des champignons responsables des taches foliaires sont disséminées par le vent ou par les éclaboussures d'eau d'arrosage.

Les brûlures ou les taches peuvent apparaître sur les feuilles, les tiges ou les fleurs, selon le champignon en cause. De nombreux champignons s'en prennent à ces trois organes de la plante, mais aucun ne s'attaque aux racines ou au collet. Les brûlures ou les taches foliaires commencent par se manifester en général sur les feuilles inférieures, puis elles gagnent le reste du feuillage. La plupart des champignons déterminent des taches ou lésions caractéristiques telles que les taches ocellées (en forme de cible) bordées d'une auréole rougeâtre ou les taches brun clair à cercles concentriques. Les taches peuvent avoir un contour circulaire, anguleux ou irrégulier.

Les feuilles doivent être humides pour que l'infection se déclenche.

Figure 8–2. Cycle biologique de la tache foliaire



Moyens de lutte

Pour maîtriser les maladies :

- Faire en sorte que les feuilles et les fleurs soient aussi sèches que possible en surface.
- Éviter l'arrosage par aspersion.
- Assurer une bonne circulation de l'air.
- Débarrasser la serre de toute matière végétale infectée.
- Utiliser des boutures ou des plants-mères exempts de maladie.
- Utiliser des fongicides à large spectre; la plupart sont efficaces. Vérifier sur l'étiquette les usages qui sont homologués.

Maladies du blanc

Ces maladies cryptogamiques communes se reconnaissent d'emblée au feutrage blanc poudreux qui recouvre les feuilles, les tiges, les pétioles et les organes floraux, et qui rend rapidement les plantes invendables. Elles sont le fait de plusieurs espèces de champignons qui appartiennent notamment aux genres *Erysiphe, Leveillula, Microsphaera* et *Sphaerotheca*. Il est important de savoir qu'un champignon qui est nuisible pour une espèce végétale est généralement inoffensif pour une autre. Étant des parasites obligatoires, ces champignons ont besoin de végétaux pour accomplir leur cycle biologique. Chacun de ces champignons forme un réseau d'hyphes à la surface des feuilles ou des tiges, à partir desquels ils pénètrent les cellules de l'épiderme afin d'en extraire les éléments nutritifs au moyen d'un suçoir appelé *haustorium*.

Au début de l'infection, les taches sont petites et éparses, mais elles peuvent s'étendre à toute la face supérieure des feuilles. Chez de nombreuses plantes, les feuilles se recouvrent d'une substance duveteuse quand les conditions permettent au champignon de produire un épais mycélium superficiel hérissé d'une multitude de conidies (spores) incolores. Chez certaines plantes, les feuilles présentent souvent une tache rougeâtre au point d'infection initial. Les infections graves causent le rabougrissement, le jaunissement et l'enroulement des feuilles.

Dans l'environnement de la serre, les champignons responsables du blanc ont un cycle biologique relativement simple. Ils forment des chaînes de conidies unicellulaires, portées par de courtes tiges érigées, d'où l'aspect « duveteux » caractéristique de la maladie du blanc. Voir la figure 8–3, *Cycle biologique du blanc*, p. 96. Quand le milieu ambiant se fait favorable, la formation des chaînes se déclenche, habituellement au rythme d'une conidie par jour ou par cycle diurne. Les conidies mûrissent et émettent des spores au bout de vingt-quatre heures. Une chute rapide de l'humidité relative et l'effet combiné du chauffage et de l'assèchement par les rayons du soleil favorisent l'émission des spores.

Les conidies ont besoin d'une humidité relative de 95 % ou d'un déficit de tension de vapeur (DTV) frôlant zéro pendant trois ou quatre heures pour germer et enfoncer un filament dans les cellules épidermiques des feuilles ou des tiges de la plante-hôte. Le mycélium produit des haustoriums, ou suçoirs, qui permettent au champignon de ponctionner en permanence les substances nutritives nécessaires à sa croissance. Il produit aussi des filaments nourriciers au fur et à mesure de sa croissance à la surface de la feuille. En moins de quarante-huit heures suivant l'inoculation, les conidies parvenues à maturité sont prêtes à libérer des spores qui iront infecter d'autres feuilles ou plantes.

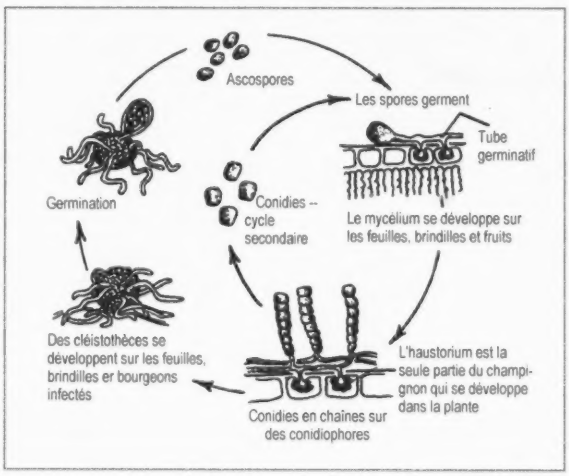
La propagation et la gravité des infections par le blanc dépendent de plusieurs facteurs : humidité relative, température, lumière, présence d'eau sur les feuilles et déplacements d'air (p. ex., les courants d'air). Étant

donné les interactions entre ces facteurs, la lutte intégrée s'impose.

Une ventilation et un brassage excessifs de l'air causés notamment par des courants d'air près de portes ouvertes, un espacement inadéquat des ventilateurs à flux d'air horizontal, un mauvais dimensionnement des ventilateurs ou un mauvais réglage de leur vitesse de fonctionnement favorisent l'apparition et la propagation du blanc.

Une humidité persistante à la surface des feuilles favorise la prolifération des champignons. La formation et la persistance d'une pellicule d'eau sur les feuilles dépendent de plusieurs facteurs : gradients de température entre les feuilles et l'air, perte d'énergie des feuilles par rayonnement, ensoleillement et transpiration des feuilles.

Figure 8–3. Cycle biologique du blanc



Moyens de lutte

Éviter les courants d'air en tenant les portes fermées; automatiser si possible la fermeture et l'ouverture des portes. Réduire la vitesse de fonctionnement des ventilateurs à flux d'air horizontal si leur moteur est à vitesse variable. Assurer une circulation d'air uniforme à la surface des feuilles pour éviter la formation de zones où l'humidité relative est élevée et pour réduire les fluctuations de température au niveau du feuillage et de l'air.

À l'aide d'outils informatiques, établir des paramètres environnementaux raisonnables, afin de maintenir l'humidité relative au niveau voulu en dosant la ventilation et le chauffage. Éviter les changements brusques de température ou d'humidité relative qui se produisent à l'ouverture des volets d'aération. Par elle-même, une humidité relative élevée ne favorise pas forcément le blanc.

Mettre à profit la chaleur qui rayonne de la zone des cultures et la chaleur des conduites aériennes pour maintenir un milieu plus sec et plus chaud autour des plantes. Hausser la température minimale des canalisations dans le cas des systèmes à eau chaude ou faire de brèves injections de vapeur dans les conduites de chauffage afin de créer une source de chaleur rayonnante.

Vers la fin de l'été, il arrive souvent qu'en soirée, le point de rosée soit atteint dans la serre quand les températures baissent. Le fait de fermer les écrans d'ombrage ou les écrans thermiques et/ou d'utiliser des lampes au sodium haute pression durant les mois d'hiver contribue à maintenir les feuilles plus chaudes en surface et à réduire ainsi la chaleur qu'elles perdent par rayonnement.

Mildious

Les genres *Peronospora, Plasmopara* et *Bremia* sont les trois genres qui causent le plus souvent les mildious chez les plantes ornementales. Les mildious s'observent de plus en plus souvent et sont des maladies difficiles à maîtriser. Les champignons responsables causent principalement des brûlures foliaires, mais ils peuvent aussi se propager rapidement aux jeunes tissus verts des points végétatifs et des boutons floraux qui deviennent rabougris et difformes. Voici certaines des espèces les plus souvent atteintes : rosier, muflier, impatiente, lisianthus, tournesol, coléus, cinéraire, les espèces du genre *Argyranthemum,* violette, basilic de même que de nombreuses vivaces.

Dans la plupart des cultures, des masses de spores duveteuses, blanches, ocre ou pourpres apparaissent sur le revers des feuilles. Les feuilles de la plupart des plantes atteintes ont tendance à se replier vers le haut sur leur pourtour et à s'enrouler vers le bas. Des taches chlorotiques (jaunes) apparaissent sur le dessus des feuilles aux points d'infection.

Ces champignons se développent et se propagent quand les tissus des plantes sont couverts d'une mince pellicule d'eau, que l'humidité relative est élevée dans

la serre et que la température est basse (non lorsqu'elle est élevée).

Des taches rouge violacé apparaissent sur le dessus des feuilles de rosiers. Celles-ci peuvent se déformer ou présenter les symptômes associés à la phytotoxicité des pesticides. Elles peuvent jaunir et tomber en grand nombre. Chez le rosier, le mildiou ne produit que très peu de spores visibles à moins que les conditions ne soient optimales.

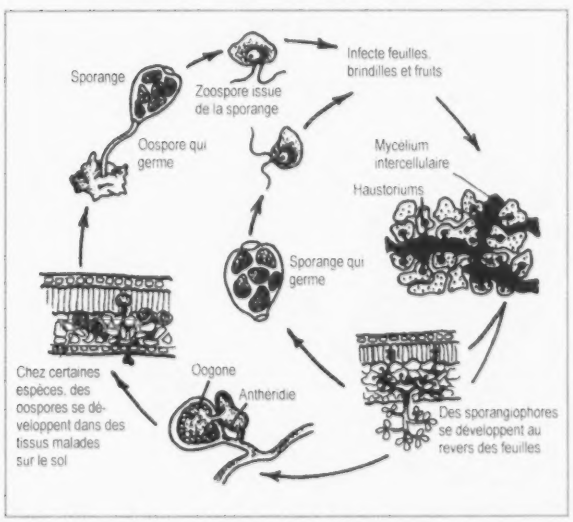
Chez le muflier, le mildiou produit des coussinets de spores gris-brun qui rappellent un velours épais. Les feuilles se déforment et, si l'infection se déclare sur des plantules, celle-ci devient vite systémique et atteint les points végétatifs et les jeunes inflorescences, occasionnant de lourdes pertes.

Chez les impatientes, on observe souvent des points jaunes qui rappellent les dommages causés par les tétranyques ainsi que le jaunissement des feuilles et des masses de spores blanches. Les symptômes sont très semblables chez le tournesol.

Les champignons responsables des mildious peuvent survivre sur des débris de plants infectés dans le sol ou sur des mauvaises herbes qui leur servent d'hôtes.

La reproduction sexuée a pour résultat la production d'oospores, lesquelles protègent le champignon pendant les périodes où les conditions ne sont pas propices à la reproduction végétative. Voir la figure 8–4, *Cycle biologique du mildiou*.

Figure 8–4. Cycle biologique du mildiou



Moyens de lutte

La modification des conditions dans la serre conjuguée à des traitements fongicides peuvent prévenir la propagation de la maladie à des plants sains. Les fongicides ne guérissent pas les plants des infections systémiques.

Éviter les fluctuations de l'humidité et de la température afin de prévenir la condensation sur les plants. Il est souvent difficile d'y parvenir quand la culture est de saison froide. Toutefois, un moyen d'y parvenir est de hausser les températures la nuit en chauffant la culture, et de rehausser les températures nocturnes minimales afin que moins d'énergie se perde par rayonnement par les feuilles.

Éviter de mouiller le feuillage pendant l'irrigation. Les spores sont disséminées par les éclaboussures d'eau et les courants d'air. Arroser, dans la mesure du possible, en début de matinée, afin de laisser le temps au feuillage de sécher.

Ramasser et sortir de la serre tous les plants infectés et débris végétaux, car le champignon survit sur les matières végétales mortes et passe ainsi d'une culture à la suivante.

Bien des épidémies de mildiou se déclarent au cours de périodes prolongées de temps froid et pluvieux, quand l'exploitant cherche à économiser le carburant en réglant le thermostat trop bas, ou cesse de chauffer à la fin du printemps ou au début de l'automne.

Flétrissures infectieuses

Les flétrissures infectieuses provoquent le dépérissement de plantes entières, de parties de plantes ou de leurs principales ramifications. Les autres symptômes comprennent la décoloration vasculaire, le rabougrissement et le jaunissement des feuilles à des degrés divers. Il y a deux grandes sortes de flétrissures infectieuses :

- les flétrissures cryptogamiques, causées par *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* et *Verticillium albo-atrum*;
- les flétrissures bactériennes, causées par *Erwinia chrysanthemi*, *Erwinia carotovora*, *Xanthomonas campestris* et *Ralstonia solanacearum*. Pour plus de détails sur les flétrissures bactériennes, voir la rubrique *Maladies bactériennes*, p. 106.

La plupart des champignons responsables des flétrissures infectieuses vivent dans le sol et s'attaquent principalement aux racines ou au collet. Les poils absorbants et les extrémités des racines exsudent dans le substrat des composés riches en éléments nutritifs tels que protéines et enzymes. Ces composés stimulent la germination des spores et sont la première source d'éléments nutritifs pour les organismes pathogènes potentiels jusqu'à ce que ces derniers se soient établis dans la plante-hôte. Les bactéries pathogènes doivent passer par une lésion ou un orifice naturel de la plante-hôte, notamment par les stomates ou les hydatodes des feuilles, pour l'envahir.

Les champignons responsables des flétrissures se propagent seulement dans les tissus vasculaires, tandis que les bactéries responsables des flétrissures envahissent rapidement les tissus adjacents à la suite de la macération (décomposition) de tous les tissus cellulaires. Ces deux groupes d'organismes pathogènes peuvent être transmis par les tiges de boutures ne présentant pas de symptômes.

Chez certains hôtes, les symptômes d'infections à *Fusarium* et à *Verticillium* sont presque identiques et peuvent difficilement être distingués les uns des autres, si ce n'est par un examen en laboratoire. Ces organismes pathogènes obstruent les vaisseaux du xylème, entravant ainsi la diffusion de l'eau et des éléments nutritifs. Les symptômes comprennent habituellement la flétrissure, la nécrose du bord de la feuille, le jaunissement et tôt ou tard le brunissement des feuilles les plus vieilles. Les plantes sont habituellement rabougries, ont une floraison moins abondante et présentent des tissus vasculaires souvent brunâtres ou brun rougeâtre. Elles finissent par en mourir, surtout si l'infection s'est produite tôt. Il peut s'écouler de nombreuses semaines entre le moment de l'infection initiale et la manifestation des symptômes.

Fusarium peut provoquer la pourriture de la tige et du collet, entraînant la flétrissure du plant et son affaissement. Des lésions de brun foncé à noires se forment sur la tige au ras du sol ou juste au-dessous; leur pourtour est souvent rosâtre ou rougeâtre. L'infection évolue vers l'intérieur. Bien souvent, aucune altération de la couleur n'est visible à l'extérieur de la tige.

Fusarium est un champignon pathogène très commun chez un vaste éventail de cultures abritées. Par contre, *Verticillium* est beaucoup moins fréquent; il n'attaque habituellement que le chrysanthème, l'aster et le dahlia.

Les champignons pathogènes persistent dans le sol ou dans les débris végétaux pendant de longues périodes à l'état de spores à parois épaisses. Ces spores se forment lorsque les tissus des plantes commencent à s'assécher. Les plantes qui souffrent d'un stress sont beaucoup plus sensibles aux agents responsables des flétrissures et subissent des dégâts plus graves. Les facteurs de stress pour une culture en particulier comprennent les températures trop élevées ou trop basses du substrat et de l'air ambiant, de mauvaises pratiques d'arrosage ou de fertilisation, des niveaux trop élevés ou trop bas du pH ou de la conductivité électrique du substrat.

Les infections se transmettent souvent pendant la multiplication végétative. Les champignons pathogènes se répandent facilement à la faveur de la migration de l'eau dans le substrat, des éclaboussures et du transport de substrat ou de matériel infecté à l'intérieur d'une serre ou d'une serre à l'autre.

Les larves de mouches des terreaux disséminent facilement les spores de *Fusarium* spp.

Moyens de lutte

Pour éviter le plus possible l'apparition et la propagation des agents responsables des flétrissures, maintenir de bonnes pratiques horticoles :

- Se procurer des boutures et semences exemptes d'organismes pathogènes.
- Enlever et détruire tous les plants infectés.
- Assainir les banquettes et les plateaux. Ne pas réutiliser de pots usagés.
- Pasteuriser le sol des planches de culture.
- Maintenir les températures et les niveaux d'humidité du substrat à l'intérieur des fourchettes recommandées pour chaque culture.

Fonte des semis

Rhizoctonia solani, Pythium spp. et *Phytophthora* spp. sont les principaux responsables du complexe des maladies qui touchent à la fois les semences en germination et les jeunes plantules. Voir la figure 8–5, *Cycle biologique de la fonte des semis et de la pourriture des semences,* p. 99. Cependant, à l'occasion, ces maladies peuvent aussi être causées par *Fusarium, Botrytis* et *Sclerotinia.*

Fonte des semis en prélevée
La fonte des semis en prélevée détruit la radicule (future racine) en train de se développer et l'hypocotyle durant la germination ou peu après l'éclatement du tégument. Les jeunes plantules ne lèvent pas du tout. Les producteurs mettent souvent à tort une mauvaise levée sur le compte de la piètre qualité des semences.

Fonte des semis en postlevée
Cet accident est bien connu de la plupart des producteurs. La tigelle est envahie par le champignon près du niveau du sol. La plantule se flétrit ou cesse de croître, la tige ploie et la plante s'affaisse sur le sol. Les lésions sur les tiges peuvent paraître quelque peu gorgées d'eau. D'autres variantes de la fonte des semis en postlevée incluent la pourriture ou fonte de la partie aérienne et la pourriture ou fonte des racines.

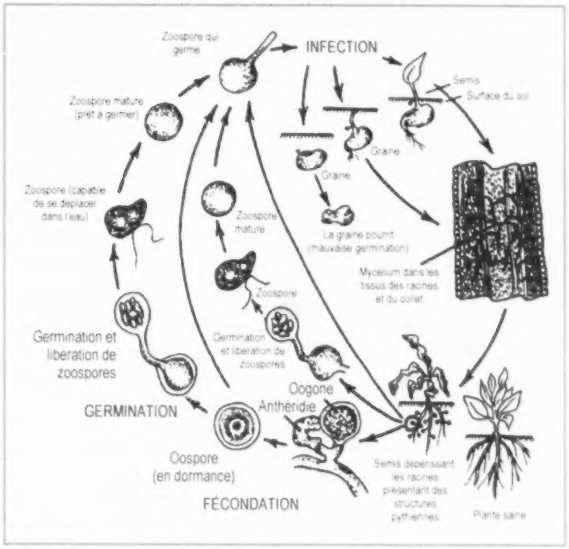
Fonte tardive des semis
Cette forme de fonte frappe d'ordinaire les plantules plus vieilles que l'on a endurcies en vue du repiquage. Des lésions noires et sèches cernent partiellement les tiges, qui deviennent filiformes à cet endroit. Les plantules infectées s'étiolent et finissent par mourir. *Rhizoctonia solani* est en cause dans cet état pathologique. Une forte humidité du substrat et une mauvaise circulation d'air augmentent les risques d'infection.

Rhizoctonia se propage souvent en cercles dans les plateaux de semis. On peut souvent apercevoir des filaments de mycélium gris-brun à la surface du substrat ou des symptômes rappelant une brûlure des parties aériennes.

Les pourritures aqueuses ou pourritures molles, comme celles qui sont causées par *Pythium* et *Phytophthora*, peuvent s'attaquer aux semences, mais elles débutent habituellement à l'extrémité des jeunes racines. Leurs dégâts sont redoutables quand l'humidité est élevée et que les températures sont fraîches.

Un substrat humide, une mauvaise hygiène, une ventilation inadéquate, une forte hygrométrie, des températures fraîches et des peuplements trop denses ou des plants de semis trop avancés forment les conditions idéales de développement des champignons responsables de la fonte des semis.

Figure 8–5. Cycle biologique de la fonte des semis et de la pourriture des semences



Moyens de lutte

Pour maîtriser la maladie :

- Pratiquer une hygiène impeccable, car l'hygiène est le moyen de lutte primordial. Les champignons pathogènes peuvent se disséminer par l'intermédiaire de plateaux de culture sales, de substrat ou d'outils infectés. Sortir les plateaux de culture infectés.
- Éviter les éclaboussures d'eau, car elles contribuent à la propagation du ou des organismes pathogènes.
- Utiliser seulement des caissettes ou des plateaux alvéolés neufs pour les cultures sensibles à la fonte des semis.
- Utiliser un substrat de semis poreux, qui se draine bien.
- Maintenir une température adéquate au cours des différentes phases de la germination et de la croissance des plantules.
- Assurer une bonne circulation de l'air.
- Éviter que le substrat utilisé pour les semis ne soit contaminé par de la poussière ou du substrat ayant déjà servi.

- Diminuer les brumisations dès que possible après la levée des plantules.

Pourritures du collet et des racines

Les champignons les plus souvent associés aux pourritures du collet et des racines sont, par ordre d'importance, *Pythium, Rhizoctonia, Phytophthora, Fusarium, Thielaviopsis* et *Sclerotinia*.

Les champignons responsables des pourritures du collet et des racines vivent dans le sol. Ils sont une menace constante pour le serriculteur commercial. Il est à noter que chacun de ces champignons pathogènes demande, pour son développement, des conditions de milieu qui lui sont propres.

La « pourriture des racines » est le terme général qui désigne la mort puis la décomposition des racines causées par diverses espèces de champignons. La maladie commence par un dysfonctionnement des racines corticales qui deviennent spongieuses, brunâtres ou noirâtres. La plante atteinte émet peu de nouvelles racines. Au stade avancé de la pourriture, le feuillage jaunit, s'étiole et finit par flétrir.

Les pourritures des racines font mourir des plants isolés ou des groupes entiers de plants. Elles compromettent l'uniformité des planches de culture et causent souvent des symptômes de déséquilibre nutritionnel. Elles peuvent avoir des conséquences graves dans les serres à système fermé avec sub-irrigation.

Les maladies des racines sont plus difficiles à diagnostiquer par un simple examen visuel que la plupart des maladies foliaires.

Moyens de lutte

Tous les champignons causant des pourritures des racines peuvent survivre dans le substrat ou sur les tissus infectés sous forme de mycélium ou de spores. La plupart des substrats sans sol étant considérés comme étant exempts d'agents pathogènes, ils ne renferment pas vraiment non plus de champignons ou de bactéries susceptibles d'agir comme antagonistes naturels. Les champignons responsables des pourritures des racines peuvent demeurer longtemps dans le sol ou le substrat sous forme d'*oospores,* de *chlamydospores* ou de *sclérotes* (structures dormantes à parois épaisses). Lorsqu'ils entrent en contact avec les racines d'un hôte sensible, ils s'activent (germent) et commencent à infecter les tissus des racines. Comme il est difficile d'éliminer complètement la source d'inoculum, la clé de toute lutte efficace consiste à prévenir autant que possible l'activité de ces champignons.

Tous ces champignons peuvent être disséminés dans l'eau d'irrigation et par les éclaboussures d'eau. Ils peuvent aussi l'être par du substrat contaminé, le sol sous les banquettes, les débris de végétaux infectés, les contenants réutilisés, la poussière, les matelas capillaires réutilisés et l'eau d'irrigation recyclée. L'eau d'irrigation provenant de bassins de stockage recueillant des eaux de ruissellement peut contenir des agents pathogènes responsables des pourritures des racines. Pour les cultures sensibles pratiquées dans un système fermé, il est recommandé de traiter la solution de recirculation, à l'aide notamment de rayons UV ou par ozonation.

Les plants sains résistent aux infections causant la pourriture des racines. Les facteurs de stress auxquels sont soumises les cultures contribuent pour une large part aux pourritures du collet et des racines, en prédisposant les plants aux attaques des organismes pathogènes. Les facteurs de stress comprennent : fertilité du substrat, conductivité électrique élevée, pH du substrat, méthodes d'arrosage, température de l'air et du substrat, intensité lumineuse et applications de pesticides et de retardateurs de croissance par bassinage du sol. Il existe, pour chaque champignon pathogène responsable de la pourriture des racines, une température, un niveau d'humidité et un pH optimaux.

Traitements par bassinage des substrats

On a habituellement recours aux traitements par bassinage du sol pour lutter contre les agents pathogènes s'attaquant aux racines et au collet. Ils consistent à appliquer le produit phytosanitaire dans la zone des racines. La quantité du produit utilisé varie selon la grosseur du pot et le volume du substrat. Pour bien imbiber le substrat dans un pot de 15 cm, il faut environ 150–180 mL de solution. Dans le cas des planches de culture, compter 12 L de solution/ m^2. Attention, ce ne sont pas tous les produits qui nécessitent un sol détrempé, d'où l'importance de bien lire le mode d'emploi et de s'y conformer. Les traitements préventifs des jeunes plants administrés juste avant leur transplantation dans un pot plus grand

sont un bon moyen de réduire la quantité de pesticide employé.

L'administration de traitements par bassinage du sol pose des difficultés dans le cas des cultures soumises à la sub-irrigation, d'abord parce que les racines sont alors toutes concentrées dans le fond du pot tandis que le fongicide est appliqué par le haut, ensuite parce que les sels accumulés dans la couche supérieure du substrat sont alors entraînés vers le bas dans la zone racinaire, ce qui risque d'intensifier le problème. Se renseigner sur les solutions de rechange en s'adressant à un spécialiste de la floriculture de serre ou de la lutte intégrée.

Pour éviter les dommages aux racines des végétaux, le substrat doit être humide au moment de l'application des fongicides.

Dans la lutte contre les maladies, les traitements par bassinage du sol ne sauraient remplacer un programme de pasteurisation de la serre, mais ils sont utiles pour prévenir une nouvelle contamination ou l'élimination des pathogènes dans le sol ou les parties basales de la plante.

Certains fongicides sont absorbés par les racines et diffusés dans tout le plant. Ils ont ce qu'on appelle une action systémique et offrent à la plante entière une protection efficace contre la maladie combattue. Aliette est le seul fongicide dirigé contre les agents pathogènes responsables de maladies des racines ou des collets qui soit plus efficace lorsqu'il est appliqué sur les feuilles qui l'absorbent et le diffusent par la suite dans le phloème.

Pythium spp.

Les espèces du genre *Pythium* sont les champignons responsables de la pourriture des racines qui sont les plus fréquents dans les serres. Plusieurs de ces espèces, notamment *P. ultimum* (la plus répandue), *P. aphanidermatum* et *P. irregulare* s'attaquent à de nombreuses cultures.

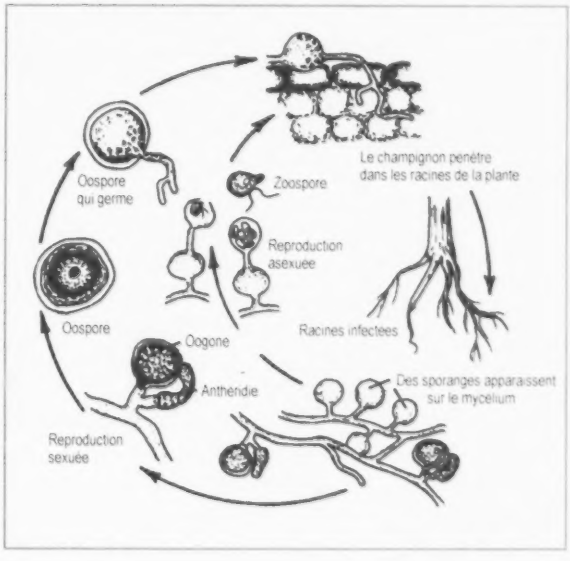
Les symptômes varient avec l'âge et le stade phénologique de la plante atteinte. Sur les vieux plants, l'infection ne touche habituellement que les racines et les poils absorbants. Les racines infectées sont molles et spongieuses et présentent différentes nuances de brun. L'infection provoque d'abord une pourriture aqueuse brune à l'extrémité des racines et sur le cortex. Habituellement, le cortex se désagrège et laisse à nu le cylindre vasculaire (qui demeure filiforme). Des lésions peuvent apparaître sur le collet des cultures plus succulentes, comme le gloxinia. Sur la partie aérienne des plants, les symptômes sont le rabougrissement, le flétrissement et le jaunissement, qui sont consécutifs au manque d'eau et aux carences nutritionnelles provoquées par l'infection. Le chancre noir ou la jambe noire causés par *Pythium* donnent des tissus généralement très noirs et souvent brillants.

La germination des spores de *Pythium* est stimulée par les exsudats racinaires dont se nourrit le champignon jusqu'à ce que le mycélium, qui se développe rapidement, ait enfoncé dans les racines ses minces filaments blancs extrêmement ramifiés. Voir la figure 8–6, *Cycle biologique de Pythium*, sur cette page. Selon l'espèce, *Pythium* produit très vite deux types de spores :

- des zoospores asexuées qui, lorsqu'elles sont libérées, peuvent nager dans des pellicules d'eau jusqu'à ce qu'elles entrent en contact avec des tissus végétaux sains où elles germent et provoquent de nouvelles infections, et

- des oospores sexuées à parois épaisses, qui résistent à la fois à des températures élevées et à des températures froides et qui restent viables pendant de longues périodes de temps.

Figure 8–6. Cycle biologique de *Pythium*



Indépendamment de l'espèce, les spores sont rapidement disséminées dans les serres par l'eau d'irrigation.

Moyens de lutte

Les infections à *Pythium ultimum* se produisent surtout à des températures sous les 18 °C, tandis que les infections par d'autres espèces du même genre se produisent quand il fait chaud. Maintenir des températures favorables à la croissance des plantes et surtout de leurs racines. Un substrat chaud occasionne un stress important aux racines; c'est un problème qu'il faut éviter les mois d'été quand la culture se fait sur des planchers et rigoles de béton.

Éviter le surarrosage et la surfertilisation quand la culture est jeune ou quand elle n'est pas en pleine croissance. Utiliser un substrat poreux qui se draine bien. Garder la CÉ du substrat faible durant l'été. Vérifier régulièrement que le niveau de salinité n'est pas trop élevé. Éviter les excès de fertilisation azotée.

Surveiller et maîtriser les populations de mouches des terreaux, dont les larves, de même que les adultes, peuvent être vecteurs de la maladie.

Rhizoctonia

Rhizoctonia solani est le champignon le plus souvent associé à la fonte des semis décrite plus haut, mais la maladie peut également toucher les boutures racinées et les plants bien établis de la plupart des cultures floricoles commerciales.

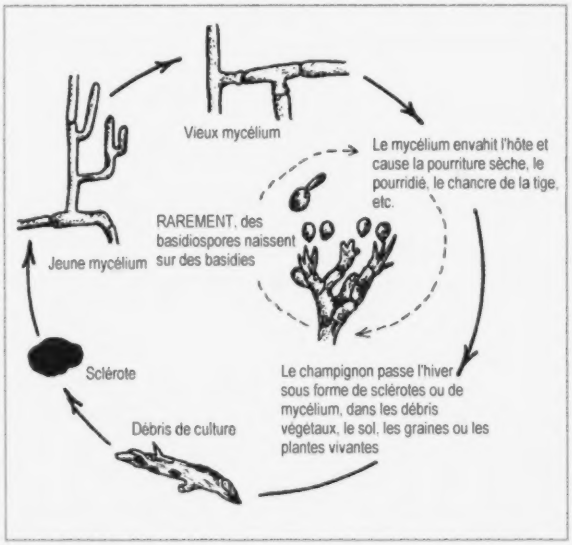
Les symptômes peuvent varier d'un hôte à l'autre et en fonction du stade phénologique, mais habituellement, ils consistent en lésions brun rougeâtre ou noires sur la partie souterraine de la tige et les racines des plants infectés. Lorsque les conditions sont favorables, les lésions s'élargissent et se multiplient et finissent par recouvrir toute la base de la plante. Voir la figure 8–7, *Cycle biologique de Rhizoctonia*, sur cette page.

Rhizoctonia met un certain temps pour cerner le collet et la zone racinaire des plantes établies. Par conséquent, le producteur risque de ne remarquer le flétrissement des plants ou leur retard de développement que longtemps après le début de l'infection, quand les plants commencent à se flétrir ou à paraître rabougris avec leurs feuilles jaunes. Habituellement, les feuilles basses des plants infectés jaunissent et la plante peut se briser au ras du sol.

Y sont sensibles, les plants en pot propagés par boutures, comme le géranium, le poinsettia et l'impatiente de Nouvelle-Guinée. La maladie se manifeste par une pourriture basale brune et des tiges fissurées longitudinalement. À la suite d'une infection du collet, la pourriture peut se manifester sur le collet sans que les racines ne soient affectées.

Les tiges, les bulbes et les cormes charnus et succulents présentent souvent des lésions déprimées et sèches, de couleur brune ou noire. Les ramifications inférieures des plantes peuvent développer des chancres de la tige aux endroits où elles ont été éclaboussées par du substrat infecté.

Figure 8–7. Cycle biologique de *Rhizoctonia*



Moyens de lutte

Dans la plupart des cultures de serre, *Rhizoctonia* est favorisé par une température élevée du sol et de l'air et une forte humidité relative. Éviter un milieu de croissance extrêmement mouillé ou sec. S'assurer d'une bonne circulation d'air afin de favoriser l'assèchement des surfaces du substrat. *Rhizoctonia* sévit particulièrement à des températures de 17–26 °C, une fourchette qui correspond aux températures maintenues pour la plupart des cultures.

Phytophthora spp.

Les champignons du genre *Phytophthora* provoquent la pourriture des racines et du collet (comme *Pythium*) et parfois des brûlures foliaires. En Ontario, ces agents pathogènes sont surtout observés durant l'été.

Deux espèces couramment rencontrées, *P. cryptogea* et *P. parasitica* s'attaquent à bien des cultures différentes, mais se manifestent par des symptômes similaires. *Phytophthora*, tout comme *Pythium*, produit une pourriture dite aqueuse; les spores asexuées et le mycélium se propagent rapidement dans les pellicules d'eau.

Les symptômes typiques sont des lésions brunes ou noires nécrotiques sur les grosses racines et sur les collets. Des chancres à striures noires se développent fréquemment à la base des plants. L'infection peut gagner les feuilles si celles-ci viennent en contact avec du sol infecté.

La production et le développement des zoospores sont stimulés par un substrat saturé et l'exsudation des racines.

Moyens de lutte

Éviter de trop irriguer quand la culture est jeune ou quand elle n'est pas en pleine croissance. Les cultures irriguées par sub-irrigation peuvent avoir besoin d'arrosages par aspersion périodiques qui chassent les exsudats du substrat. Utiliser un substrat poreux, bien drainé et exempt de pathogènes. Éviter les milieux de croissance saturés. La gestion de l'eau est très importante.

Éviter une température du substrat supérieure à 26 °C.

Encre des chênes rouges (*Phytophthora ramorum*)

L'encre des chênes rouges est une maladie grave causée par l'agent pathogène *Phytophthora ramorum*, qui a provoqué la mort de centaines de milliers de chênes en Californie et en Oregon depuis sa première apparition au milieu des années 1990. Cet agent pathogène possède un vaste éventail d'hôtes appartenant à une douzaine de genres (dont toutes les espèces y sont sensibles), y compris bon nombre d'espèces ornementales ligneuses couramment cultivées en pépinière, qui sont tous réglementés par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). La maladie a été détectée en C.-B., mais elle y fait l'objet d'une campagne d'éradication menée par l'ACIA. Des mesures strictes ont été mises en place pour veiller à ce que la maladie ne s'établisse pas au Canada. L'agent pathogène provoque toute une série de symptômes qui peuvent varier selon l'hôte. Les symptômes vont d'un déclin et d'un dépérissement rapide du chêne à des brûlures et à des taches foliaires sur les plants de rhododendron et de camélias.

Tout laisse croire que *P. ramorum* se propage par des spores aéroportées et par la pluie poussée par le vent. Des températures fraîches et un taux d'humidité relativement élevé favorisent la prolifération de la maladie. L'existence de deux types sexuels a été établie; il s'agit du type A1 ou de la souche européenne et du type A2 ou de la souche nord-américaine.

Pour prendre connaissance des exigences phytosanitaires les plus récentes visant à prévenir l'introduction au Canada de cette maladie, consulter le site Web de l'ACIA à *www.inspection.gc.ca* ou communiquer avec un bureau local de l'ACIA (voir l'annexe D, *Autres ressources*, p. 155).

Fusarium spp.

Plusieurs espèces de champignons appartenant au genre *Fusarium*, plus particulièrement *F. solani* et *F. oxysporum*, provoquent la pourriture des tiges, des collets, des cormes, des bulbes et des tubercules.

Sur les racines, les tissus infectés deviennent habituellement rouge foncé ou bruns et peuvent former des stries qui remontent jusqu'au niveau du sol. Les plantes atteintes accusent généralement un retard de croissance. À mesure que la pourriture des racines progresse, les feuilles les plus vieilles se mettent à jaunir et les feuilles jeunes deviennent flasques.

Dans le cas d'une pourriture de la tige, par exemple chez le chrysanthème et l'œillet, les plants infectés se flétrissent et meurent à cause de la pourriture qui s'est développée à la jonction de la tige et du collet. Les lésions qui se forment sur la tige au niveau du sol ou juste au-dessous ont souvent une bordure rose ou rouge d'où part l'infection. Les lésions progressent vers l'intérieur des tiges. En général, les tiges ne changent pas de couleur à l'extérieur.

La pourriture des bulbes et des cormes peut survenir à la fois en cours de culture et en cours d'entreposage.

La pourriture progresse habituellement à partir d'une blessure ou de la base de ces organes et peut ne pas produire de symptômes visibles. Toutefois, le plateau et les écailles charnues sont bruns, se décomposent et présentent un feutre mycélien. Souvent, le feuillage devient pourpre ou jaune et meurt prématurément.

Moyens de lutte

Les facteurs de stress culturaux, qui constituent la principale cause environnementale de l'infection par *Fusarium*, prédisposent les plants aux attaques par ce champignon. Les stratégies de lutte ordinaires s'appliquent. Revoir les pratiques de production utilisées et les modifier de façon à réduire au minimum les facteurs de stress.

Maintenir la température à un niveau convenable, en évitant des températures chaudes dans l'air et dans le substrat. Éviter de trop fertiliser les cultures quand elles sont soumises à un stress.

Faire des arrosages réguliers. Les extrêmes de sécheresse ou d'humidité sont propices à l'infection par *Fusarium*. Un stress occasionné par la sécheresse peut accélérer la manifestation des symptômes.

Utiliser un substrat exempt d'organismes pathogènes. N'utiliser que des pots et plateaux neufs afin d'éviter tout risque de contamination. Pasteuriser le sol pour bien lutter contre la maladie dans les cultures sur sols et utiliser pour la multiplication végétative, du matériel sain, exempt de maladies.

Enfin, faire des traitements fongicides préventifs durant les périodes où un stress inévitable est imposé à la culture.

Thielaviopsis basicola

Thielaviopsis basicola occasionne une pourriture noire sévère des racines de plusieurs des grandes cultures florales de serre : cyclamen, fuschia, géranium, kalanchœ, pensée, pervenche, pétunia, poinsettia, primevère et violette.

Les racines infectées se couvrent en général totalement ou partiellement de lésions noires. Il arrive que l'extrémité des racines noircisse. Souvent, les plants sont rabougris et présentent des feuilles jaunes ou blanches comme celles des plants souffrant de carences nutritionnelles graves. Les racines meurent rapidement, entraînant la perte des plants.

Moyens de lutte

- Surveiller le substrat. *Thielaviopsis* est favorisé par un substrat qui affiche une forte teneur en humidité, un pH élevé et des températures fraîches (15–16 °C), quoique des températures optimales de 25 °C ont été signalées.

- Éviter les extrêmes de température pour la culture. Par exemple, pour la pervenche, la température doit être au minimum de 20 °C.

- Éviter les apports importants d'azote ammoniacal car ils rendent les cultures sensibles plus vulnérables aux infections en stimulant la croissance de tissus mous.

- Maintenir des pratiques d'hygiène convenables et n'utiliser que des contenants neufs pour les cultures très sensibles.

- Utiliser un substrat exempt d'agents pathogènes et maintenir le pH sous les 5,5. Éviter les niveaux d'humidité élevés dans le substrat.

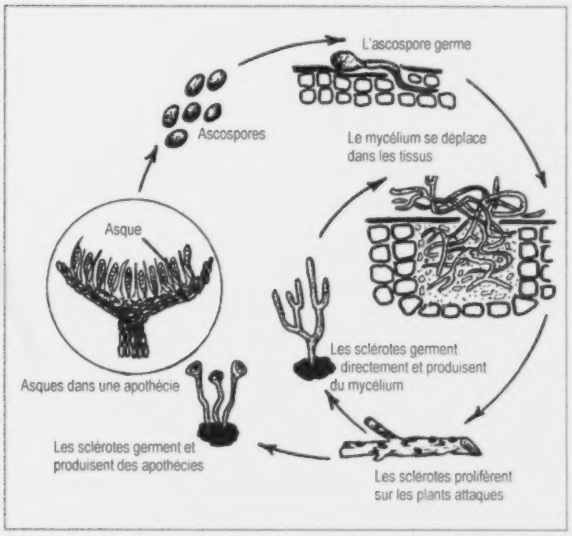
- *Thielaviopsis* est difficile à éradiquer si la culture se fait au sol ou sur des banquettes de bois. Heureusement, cette maladie n'est pas fréquente.

Sclerotinia

De nombreuses cultures ornementales herbacées et cultures légumières peuvent être attaquées par *Sclerotinia sclerotiorum*, y compris : chrysanthème, muflier, sauge, dahlia, pied-d'alouette, tomate, poivron et aubergine. Les infections à *Sclerotinia* sont fréquentes sur les cultures de plein champ, mais s'observent à l'occasion sur les cultures de serre.

Les symptômes varient quelque peu selon l'hôte, la partie de l'hôte qui est atteinte et les conditions environnementales. Le premier symptôme le plus apparent est la présence d'un feutre mycélien blanc épais sur les tiges près de la surface du sol. Voir la figure 8–8, *Cycle biologique de Sclerotinia*, p. 105. Peu après, de gros organes de fructification noirâtres, appelés sclérotes, se trouvent emprisonnés dans le mycélium ou dans le cœur des tiges des plantes. Le

Figure 8–8. Cycle biologique de *Sclerotinia*



champignon cause une pourriture de la tige qui tôt ou tard provoque le flétrissement et la mort du plant.

Aucun symptôme ne se manifeste sur le feuillage au cours des premiers stades de l'infection, tant que le champignon n'a pas complètement envahi la tige, sauf si l'infection s'est d'abord déclarée sur une feuille.

Le champignon survit soit sous forme de sclérote dans les débris de végétaux ou dans le sol pendant au moins trois ans, soit sous forme de mycélium dans des végétaux morts ou vivants. Les sclérotes sont très résistants aux températures et aux taux d'humidité extrêmes.

Moyens de lutte

Pasteuriser le sol pour lutter efficacement contre ce champignon pathogène dans les cultures sur sols. Pour les cultures sur banquettes, la lutte est plus difficile. Maintenir le feuillage sec en recourant le moins possible à l'irrigation par aspersion ou à l'irrigation goutte à goutte. L'air doit bien circuler dans le feuillage.

Sclerotinia sévit surtout au printemps et en été parce que son activité est influencée par la photopériode.

Rouilles

Les champignons responsables des rouilles dans les cultures abritées sont des parasites obligatoires, ce qui signifie qu'ils s'en prennent à un hôte (la culture dans laquelle on les trouve) qui leur est spécifique. Certains champignons qui provoquent des rouilles dans des cultures en plein air ont besoin d'un hôte-relais pour accomplir leur cycle biologique. Ce n'est toutefois pas le cas des espèces qui s'attaquent aux cultures de serre, dont le cycle biologique complexe produit jusqu'à cinq types de spores différents. La rouille peut apparaître sur les œillets, chrysanthèmes, fuchsias, géraniums, mufliers, poinsettias et une multitude de vivaces d'extérieur, dont l'ancolie, l'hémérocalle et le rosier.

Les rouilles se reconnaissent aux masses d'urédospores blanches, jaunes, orangées ou brunes à brun rougeâtre qu'on peut observer sur la face inférieure des feuilles et sur les tiges. Ces masses apparaissent quand les pustules éclatent et émettent les spores à maturité. Les premiers symptômes apparaissent habituellement dans les cinq à sept jours suivant l'infection, selon les conditions environnementales.

Les différentes rouilles peuvent entraîner la formation de taches en forme d'auréoles concentriques. Les auréoles sont consécutives à des infections secondaires et tertiaires favorisées par un ensemble de conditions environnementales. La surface de la feuille juste au-dessus de chaque pustule est habituellement jaune et peut être enfoncée. Des points d'infection nombreux sur une feuille entraînent le jaunissement et tôt ou tard la sénescence de la feuille. Les feuilles du bas sont habituellement infectées en premier. Il est rare toutefois que les plants en meurent.

Des températures fraîches, un taux d'humidité relative élevé dans le feuillage et une forte densité de peuplement sont les principaux responsables des premiers foyers de maladies et des infections secondaires et tertiaires.

Dans une serre, les spores des rouilles sont disséminées par les courants d'air et par les éclaboussures d'eau. Les spores peuvent être transportées sur de longues distances par des boutures infectées. La présence d'eau sur la face supérieure des feuilles pendant un minimum de trois ou quatre heures est nécessaire à la germination des spores et à l'infection, mais la sporulation se produit sur la face inférieure des feuilles.

Les champignons responsables des rouilles survivent à l'état de spores, de mycélium systémique ou dans les végétaux en dormance ou encore dans les débris de végétaux.

Moyens de lutte

La rouille blanche du chrysanthème est la seule rouille justiciable de quarantaine chez les plantes ornementales. Elle se manifeste par des pustules de couleur crème au revers des feuilles inférieures. Pour plus d'information sur cette maladie et les dernières directives de l'ACIA sur la protection des végétaux, voir le site *www.inspection.gc.ca* ou communiquer avec un bureau d'inspection de l'ACIA (voir l'annexe D, *Autres ressources,* p. 155).

> Les producteurs qui reçoivent des États-Unis, du matériel végétal servant à la culture du chrysanthème qu'ils soupçonnent d'être infecté par la rouille blanche du chrysanthème doivent communiquer immédiatement avec l'Agence canadienne d'inspection des aliments.

Il est difficile de maîtriser les rouilles, car la plupart produisent plus d'un type de spores et parce que les résidus de plants infectés sous les banquettes, par exemple, abritent les spores durant de longues périodes.

Des températures entre 10 et 25 °C favorisent la production de spores de la plupart des rouilles. Les spores sont plus facilement libérées dans l'air si l'humidité relative fluctue durant la journée.

Les infections sont d'ailleurs souvent plus graves près des ventilateurs, dans les coins de la serre. Des infections graves se produisent aussi là où les plants sont serrés ou ont une frondaison dense qui nuit à la circulation d'air et entraîne la stratification de la température à travers la culture.

Éviter l'irrigation par aspersion ou les arrosages en fin d'après-midi. Espacer les plants de manière à favoriser la circulation d'air à l'intérieur du feuillage.

Éviter que ne se forme de la rosée sur les plants en réglant adéquatement le chauffage, la ventilation et la circulation d'air pendant la nuit afin de maîtriser l'humidité relative autour des plants et à l'intérieur de la frondaison.

Détruire tous les plants atteints afin de réduire le niveau d'inoculum.

Maladies bactériennes (bactérioses)

Les bactéries sont des organismes unicellulaires qui se multiplient rapidement dans des conditions de température idéales. Leur rythme de développement et de propagation s'accroît avec la température, la disponibilité d'eau et de nourriture.

Certaines bactéries phytopathogènes s'attaquent seulement à une ou deux espèces végétales, tandis que d'autres s'attaquent à une large gamme de plantes. Les plantes communément victimes de bactéries sont le géranium, le bégonia, le chrysanthème, le calla (arum) et l'hibiscus.

Les bactérioses prennent l'apparence de flétrissements, de pourritures des tiges et des racines, de taches sur les feuilles, de tumeurs et de fasciation de parties de la plante. Même si elles sont moins fréquentes que les maladies cryptogamiques, les bactérioses sont parfois très destructrices et difficiles à combattre. Les bactéries qui causent le plus communément des maladies chez les cultures de serre appartiennent aux genres *Erwinia, Pseudomonas, Ralstonia* et *Xanthomonas.* Ces bactéries peuvent vivre à la surface ou à l'intérieur des racines ainsi que sur les feuilles et les tiges de leurs hôtes, et chez des plantes qui ne sont pas leurs hôtes.

Les bactéries ne produisent pas de spores. La plupart des bactéries survivent dans la serre dans un état de semi-dessiccation et infectent les débris végétaux pendant longtemps. Par ailleurs, *Ralstonia* survit longtemps dans le sol sans association avec des tissus végétaux. Pour des détails, voir p. 107, sous *Ralstonia solanacearum.*

Les bactéries pénètrent dans les plantes par les blessures et les orifices naturels des feuilles tels que les stomates et les hydatodes. Pour qu'une infection bactérienne débute sur les parties aériennes de la plante, il faut habituellement que celles-ci soient recouvertes d'une pellicule d'eau.

Dans le cas des flétrissures bactériennes, les premiers symptômes observés sont le flétrissement ou la brûlure de feuilles entières ou du bord des feuilles. L'infection devient très rapidement systémique, progressant dans les nervures des feuilles et les pétioles. Les feuilles entières jaunissent et présentent de grosses lésions jaunes en forme de « V ». Lorsque les bactéries envahissent la tige, celle-ci prend à l'extérieur une

coloration gris foncé tirant sur le noir et semble gorgée d'eau. À l'intérieur, les tissus de la tige sont noirs.

Les conditions favorables à la propagation des maladies bactériennes sont une température élevée de l'air et du substrat et une forte humidité relative. Les bactéries ne survivent que dans des végétaux vivants ou en décomposition.

Les infections se transmettent souvent pendant la multiplication végétative. Les bactéries pathogènes se répandent à la faveur de la migration de l'eau dans le substrat, des éclaboussures et du transport de substrat ou de matériel infecté à l'intérieur d'une serre ou d'une serre à l'autre.

Moyens de lutte

Aucun produit chimique n'est capable d'éradiquer les maladies bactériennes des plants infectés dans un environnement de culture. La prévention est la seule solution. On réduit le risque d'infection bactérienne en observant de bonnes pratiques culturales et des méthodes méticuleuses de stérilisation.

En vue de la multiplication, acheter des plants exempts de maladies auprès d'un sélectionneur de végétaux et isoler les plants dans une aire désinfectée à fond. Désinfecter fréquemment les outils de bouturage et les zones utilisées pour les travaux de multiplication.

En général, un milieu chaud (plus de 25 °C) est nécessaire à la reproduction rapide des bactéries et à l'apparition des symptômes.

Les bactéries se répandent sur les feuilles et les tiges à la faveur de la condensation, des éclaboussures et des travaux de taille ou de prélèvement des boutures. Les maladies bactériennes peuvent se propager très rapidement dans les banquettes de multiplication et dans les réseaux de sub-irrigation.

Des pulvérisations de cuivre fixe (neutre) ou de cuivre organique protègent assez bien les cultures contre les maladies bactériennes, mais elles ne peuvent pas les éradiquer et elles sont parfois phytotoxiques.

Erwinia carotovora

Les symptômes d'*Erwinia carotovora* sont une pourriture molle qui, au début, a un aspect simplement aqueux, mais qui se transforme rapidement en une pourriture pâteuse nauséabonde qui provoque l'effondrement complet du plant. Le développement de cette bactérie est fulgurant en milieu chaud et humide. La maladie est favorisée par une irrigation accrue et de hautes teneurs en phosphore et en azote. *Erwinia* est une bactérie omniprésente dans le milieu naturel.

Erwinia chrysanthemi

Erwinia chrysanthemi s'attaque à une large gamme de cultures florales, y compris les plantes à feuillage décoratif, le chrysanthème, le poinsettia et le bégonia. Ses symptômes comprennent les pourritures molles, les brûlures foliaires et les flétrissures.

Ralstonia solanacearum

Ralstonia solanacearum est une bactérie phytopathogène qui provoque une flétrissure infectieuse. Ses hôtes sont très nombreux. Mieux connue jusqu'ici sous le nom de *Pseudomonas*, la bactérie n'est pas véritablement un agent pathogène nouveau. À cause de sa diversité, elle est classée dans divers groupes appelés races et biovars selon ses hôtes et les réactions biochimiques qui s'opèrent. La forme la plus préoccupante, le biovar 2 de race 3, ou « race spécifique à la pomme de terre », a été détectée dans des boutures végétatives de géranium provenant de régions tropicales ou subtropicales. Ce biovar est particulièrement préoccupant parce qu'il a été démontré qu'il survit dans les sols des régions au climat tempéré. Le biovar 2 de race 3 de *Ralstonia solanacearum* est un agent pathogène de quarantaine réglementé au Canada et aux États-Unis. Il a également été inscrit sur la liste des agents et toxines *(Select Agents and Toxins)* établie par le ministère de l'Agriculture des États-Unis (USDA) en vertu de l'*Agricultural Bioterrorism Act of 2002*. La maladie est réglementée parce qu'elle n'existe pas en Amérique du Nord et que l'éventail de ses hôtes comprend deux cultures vivrières importantes, celles de la pomme de terre et de la tomate.

> Les producteurs qui soupçonnent la présence de cette maladie doivent en aviser immédiatement l'Agence canadienne d'inspection des aliments.

Ralstonia s'infiltre dans les plantes par les racines ainsi que par les blessures des tiges. La race 3 sévit surtout quand les températures se situent entre 24 et 35 °C;

sa virulence diminue quand les températures sont très élevées ou très fraîches.

Les premiers symptômes ressemblent à ceux de la brûlure bactérienne. Les feuilles inférieures sont en général les premières à flétrir; leur limbe peut se couvrir de plages jaunies. Des taches brunes ou noires peuvent se développer sur les tiges au ras du sol. La plante tout entière flétrit et finit par mourir.

La bactérie survit longtemps dans le sol sans avoir besoin de débris végétaux. Dans les cultures de serre, elle peut se propager par l'intermédiaire des outils de bouturage, du sol ou substrat, ou du réseau de sub-irrigation recyclant la solution nutritive.

La maladie se propagerait facilement par l'eau de recirculation qui n'est pas soumise à la pasteurisation. De plus, les bactéries sont disséminées par les éclaboussures d'eau, les contacts entre les plants, les outils infectés et les vêtements et mains contaminés des travailleurs.

Pour connaître les dernières directives sur la protection des végétaux et la fiche technique consacrée à *Ralstonia,* consulter le site *www.inspection.gc.ca* ou communiquer avec un bureau d'inspection local de l'ACIA (voir l'annexe D, *Autres ressources,* p. 155).

La maîtrise de cette maladie passe par la mise en quarantaine et la destruction des cultures.

Xanthomonas campestris pv.

Xanthomonas campestris et ses diverses souches causent des taches foliaires et des pourritures de la tige chez un large éventail de plantes, dont le bégonia, le géranium, le zinnia et le dieffenbachia. Les symptômes vont des petites taches foliaires bien définies à auréole jaune sur les feuilles à l'atteinte systémique qui entraîne la coloration gris-vert des nervures des feuilles.

Les feuilles infectées flétrissent, finissent par virer au jaune et meurent. Les tiges prennent une teinte vert foncé quand leur tissu vasculaire devient obstrué par les bactéries. Chez le géranium et le bégonia, de nombreuses feuilles se couvrent de taches jaunes caractéristiques, en forme de V, délimitées par les nervures principales. Quand l'infection débute, il peut arriver que les symptômes s'extériorisent sur une seule ramification de la plante.

Certains hôtes ne présentent pas de symptômes nets, mais peuvent sembler manquer de vigueur.

Xanthomonas campestris pv. *pelargonii,* communément appelé « agent de la brûlure bactérienne », est très destructif chez le géranium (pélargonium). Il infecte tous les cultivars de géranium à feuilles zonées, de géranium lierre, de géranium des fleuristes (Martha Washington) ainsi que les géraniums de semis. C'est une maladie systémique qui peut rapidement tuer les géraniums de semis et les géraniums à feuilles zonées. En règle générale, les autres types de géranium n'en meurent pas, mais ils se développent mal et ont l'air souffreteux.

Maladies virales (viroses)

Les virus sont des agents pathogènes qui se multiplient seulement à l'intérieur de cellules végétales vivantes. Ils tendent à envahir l'ensemble de la plante-hôte par l'intermédiaire du système vasculaire. Les cultures horticoles importantes appartiennent aux grandes familles de plantes qui sont sensibles à l'attaque des virus.

Avec l'introduction abondante de nouvelles annuelles végétatives dans le secteur des plantes à massif, les virus sont de plus en plus préoccupants, surtout pour les producteurs qui cultivent aussi des plants de légumes à repiquer. Les virus peuvent être propagés par les insectes suceurs, tels que les pucerons et les cicadelles, par les outils, ou par la manutention des plants (p. ex., nettoyage, ébourgeonnement ou prélèvement de boutures). Certains virus se propagent par l'intermédiaire des boutures infectées.

Les symptômes d'infection virale peuvent comprendre la chlorose des nervures, la moucheture, des taches annulaires, la mosaïque (alternance de plages irrégulières vert clair et vert foncé sur la feuille) ou des anomalies de croissance chez les feuilles. Les symptômes sont spécifiques du type de virus. Les symptômes n'augmentent pas toujours en gravité. Certains virus causent le rabougrissement de la plante. Chez les plants gravement infectés, il arrive que le point végétatif meure.

La gravité des symptômes visibles dépend de la durée de l'infection, de l'âge du plant au moment de l'infection et des conditions de croissance de la culture.

Moyens de lutte

Aucun produit chimique n'est capable d'éradiquer les maladies virales. La prévention est la seule solution. On réduit le risque d'infection virale en observant de bonnes pratiques culturales et des méthodes méticuleuses de stérilisation.

En vue de la multiplication, acheter des boutures ou des plants exempts de maladies auprès d'un sélectionneur de végétaux. Isoler les plants dans une aire désinfectée à fond ou poser des moustiquaires sur les orifices de ventilation et les portes afin d'empêcher les insectes d'entrer dans la serre. Désinfecter fréquemment les outils de bouturage et les zones utilisées pour les travaux de multiplication.

Les cultures qui subissent un stress sont plus vulnérables à une attaque virale. Les symptômes seront plus apparents chez les plantes stressées.

Virus de la maladie bronzée de la tomate et virus de la tache nécrotique de l'impatiente

Le virus de la maladie bronzée de la tomate (TSWV) et le virus de la tache nécrotique de l'impatiente (INSV) sont deux tospovirus, fort différents des autres virus. Les particules virales sont quasiment sphériques et sont uniques en ce sens qu'elles sont enveloppées d'une membrane composée à la fois de lipides et de protéines. Ces virus sont transmissibles uniquement par quelques espèces de thrips et possèdent une gamme étendue d'hôtes. L'INSV est le virus le plus courant dans les cultures floricoles; le TSWV ne s'attaque habituellement qu'aux chrysanthèmes.

Dans les cultures serricoles de l'Ontario, le TSWV et l'INSV ne sont transmis que par les thrips des petits fruits. Contrairement à d'autres insectes vecteurs, les thrips doivent, pour contracter le virus, se nourrir du tissu infecté des plantes pendant qu'ils sont au stade larvaire. Les adultes transmettent par la suite le virus tant qu'ils s'alimentent.

Les symptômes varient selon l'hôte et l'âge de l'hôte. Chez bien des hôtes, il se forme de grosses taches annulaires concentriques et circulaires, brunes ou noires sur le feuillage. Chez de nombreux hôtes, le virus devient systémique et fait apparaître des stries noires sur les nervures principales, les pétioles et, chez certains, sur la tige.

Chez le cyclamen, il peut s'écouler de huit à dix semaines entre l'infection initiale et l'apparition des premiers symptômes. En général, les symptômes se manifestent plus rapidement sur les plantes qui sont en croissance active. Lorsque de jeunes gloxinias sont infectés, le virus se développe rapidement de façon systémique. Les symptômes ressemblent à ceux de la pourriture du collet causée par *Phytophthora*. Sur d'autres plantes, comme le pétunia, les symptômes sont de petites taches ocre à peine visibles. Comme l'infection ne devient pas systémique chez le pétunia, cette plante peut servir de plante indicatrice qui signale la présence de la maladie dès ses débuts.

Parfois, les symptômes peuvent laisser croire à une phytotoxicité causée par les pesticides.

Moyens de lutte

- Attaquer le problème simultanément sur plusieurs fronts.
- Il est impossible de combattre le virus par temps chaud si l'on ne maîtrise pas les populations de thrips virulifères.
- Éliminer les plants, pieds-mères et plants commerciaux qui sont infectés, pour empêcher que les larves du premier stade larvaire ne contractent le virus.
- Maîtriser les populations de thrips afin que le virus ne se propage pas. Voir au chapitre 5, *Principaux insectes et acariens nuisibles*, p. 55, l'information sur le cycle biologique du thrips des petits fruits.
- Acheter seulement des boutures propres auprès de multiplicateurs de bonne réputation.
- Isoler les plants multiplicateurs dans une aire exempte de thrips.
- Poser des moustiquaires sur les orifices de ventilation.
- Faire un bon désherbage à la fois à l'intérieur et à l'extérieur de la serre, car de nombreuses mauvaises herbes sont des réservoirs de virus et de thrips des petits fruits.

9. Activité, toxicité et application des pesticides

Efficacité des traitements phytosanitaires

Bien que souvent pointée du doigt quand un traitement échoue, la résistance n'est pas la principale cause de l'échec des traitements. Voici d'autres facteurs auxquels il faut prêter attention :

- S'assurer que les doses de pesticides sont calculées correctement et que le produit est mesuré avec soin.

- Veiller à un recouvrement uniforme de la culture; l'efficacité du traitement en dépend. Il suffit parfois de petits changements à apporter pour améliorer de beaucoup la qualité du traitement. Il peut s'agir de ralentir la cadence pendant la pulvérisation ou de faire celle-ci en empruntant chaque allée plutôt qu'une allée sur deux.

- Maintenir le matériel de pulvérisation en bon état, en remplaçant les buses périodiquement. Une fois usées, les buses ne produisent plus le même jet ni la même grosseur de gouttelettes.

- Envisager de diversifier les méthodes d'application. Les méthodes de pulvérisation à haut volume, à bas volume et électrostatique ont toutes une place dans la serre, selon l'objectif poursuivi.

- Le moyen le plus sûr d'accroître l'efficacité des pulvérisations est sans doute de faire les traitements au moment le plus propice et de bien cibler les traitements. Pour ce faire, mettre en œuvre un programme de lutte intégrée qui fournisse toutes les données permettant de décider s'il est utile de traiter, et si oui, quand, où et pourquoi. On peut alors traiter uniquement les zones qui en ont le plus besoin (p. ex., par pulvérisations localisées), au moment où le pesticide aura un maximum d'efficacité parce qu'il atteint directement le ravageur à son stade le plus vulnérable.

- Savoir que l'efficacité d'un pesticide peut varier (parfois considérablement) d'une serre à l'autre en raison de facteurs tels que la fréquence d'utilisation du même produit, la méthode d'application utilisée, le moment de l'intervention et la qualité de l'eau.

Eau destinée aux traitements phytosanitaires

Il est très important d'abaisser le pH d'une eau alcaline avant de l'utiliser pour préparer des bouillies pesticides dans la cuve du pulvérisateur. Corriger le pH de l'eau pour qu'il se situe dans la fourchette de 5,5–6,0; à un pH supérieur à 7, le pesticide peut se dégrader rapidement. La vitesse de dégradation varie selon le pesticide, sa concentration dans la cuve (facteur de dilution) et la température de l'eau. Pour éviter les risques de dégradation du produit attribuables à un pH trop élevé, neutraliser l'alcalinité de l'eau avant d'y ajouter des pesticides.

Des producteurs ajoutent parfois des engrais hydrosolubles dans la bouillie pesticide. Il est important dans ce cas d'utiliser des engrais acides, car ceux-ci rendent superflus les traitements visant à acidifier la bouillie. Ne pas utiliser d'engrais alcalins, car la neutralisation de l'eau serait plus difficile à accomplir et la dégradation des pesticides risquerait d'être amplifiée.

S'il n'est pas possible d'acidifier l'eau, faire en sorte d'utiliser sans tarder les bouillies préparées avec de l'eau alcaline (pH > 7).

Compatibilité des pesticides

Les pesticides recommandés dans cette publication sont conçus pour être appliqués seuls sur des cultures. Avant de mélanger des pesticides, lire soigneusement l'étiquette pour tout renseignement sur la compatibilité ou consulter le fournisseur. Éviter de mélanger des concentrés émulsifiables. Ne jamais mélanger des herbicides avec des insecticides ou des fongicides; les appliquer avec des appareils servant uniquement à appliquer les herbicides.

Méthodes d'application des pesticides

Pulvérisation

La pulvérisation est l'une des méthodes d'application des pesticides les plus communément utilisées et les

plus efficaces. Nettoyer et entretenir les buses, afin d'obtenir une pulvérisation fine qui, lorsqu'elle est faite jusqu'au point de ruissellement, procurera un recouvrement uniforme. L'objectif est d'obtenir un recouvrement complet et de bien mouiller tant la face inférieure que la face supérieure des feuilles.

Bassinage du sol

Les traitements par bassinage du sol sont pratiqués pour lutter à la fois contre des maladies et des insectes. Ils consistent à appliquer le produit phytosanitaire dans la zone des racines. La quantité du produit utilisé varie selon la grosseur du pot et le volume de substrat. Pour bien imbiber le substrat dans un pot de 15 cm, il faut environ 150–180 mL de solution. Dans le cas des planches de culture, compter 12 L de solution/ m^2. Attention, ce ne sont pas tous les produits qui nécessitent un sol détrempé, d'où l'importance de bien lire le mode d'emploi et de s'y conformer.

Dans la lutte contre les maladies, les traitements par bassinage du sol ne sauraient remplacer un programme de pasteurisation de la serre, mais ils sont utiles pour prévenir une nouvelle contamination ou l'élimination des agents pathogènes dans le sol ou sur les parties basales de la plante. Un programme d'inspection et de surveillance des racines est la première ligne de défense contre les maladies racinaires.

Dans le cas de certains traitements administrés par bassinage du sol, le produit est absorbé par les racines et diffusé dans tout le plant. Ces traitements ont une action systémique. Ils offrent à la plante entière une protection efficace contre la maladie ou l'ennemi combattu.

Dans la lutte contre les insectes, les traitements par bassinage du sol agissent soit par contact dans le cas des insectes qui habitent le sol, comme les mouches des terreaux et les mouches des rivages, soit de façon systémique afin d'éliminer les insectes suceurs, comme les pucerons et les aleurodes.

Brumisation

La brumisation est réalisée avec plusieurs types d'appareils. Les brumisateurs ou atomiseurs mettent tous en œuvre de la chaleur produite par différentes sources pour vaporiser le pesticide. La brumisation peut être une méthode d'application très efficace, mais il faut que l'appareil soit bien entretenu.

Épandage de granulés

Il y a sur le marché plusieurs types d'épandeurs de granulés. S'assurer que l'appareil ne broie ni ne concasse les granulés.

Application de fumées insecticides

Les fumées sont un moyen très simple mais efficace d'appliquer des pesticides. DDVP est le seul pesticide homologué offert en fumigateur. Aucun matériel n'est nécessaire; les fumigateurs sont simplement placés dans l'allée et amorcés. Ne pas utiliser des fumées dans les serres très anciennes, qui ne sont pas étanches, ni par grand vent.

Pulvérisation à ultra-bas volume

Il existe plusieurs types de pulvérisateurs à ultra-bas volume (U.B.V.). Ces pulvérisateurs atomisent la bouillie en particules infinitésimales (7–20 microns). Un système de ventilation mécanique propulse les particules dans toute la serre.

Pulvérisateurs électrostatiques

Les pulvérisateurs électrostatiques ajoutent une charge électrique aux fines particules pulvérisées. Ils améliorent l'adhésion du pesticide sur les plantes et réduisent la dérive.

Traitements des semences

Les traitements des semences consistent à enrober les semences de pesticides qui offrent une protection contre les ravageurs ou les maladies durant la germination et les premiers stades de croissance du plant. Voir les précautions à prendre avec les traitements des semences en se reportant au chapitre 2, *Emploi sécuritaire des pesticides,* p. 9.

Agents mouillants

Les agents mouillants sont considérés comme étant des pesticides et, à ce titre, doivent obligatoirement être homologués. Dans les paragraphes qui suivent, le terme « agent mouillant » désigne les mouillants-adhésifs, les dispersants, les tensio-actifs ou surfactants, bien que, techniquement, ces substances présentent de légères différences.

L'eau ne s'étale pas toujours uniformément sur une surface. Le contact de l'eau avec la surface des feuilles (hydrophobe) crée une forte tension de surface responsable de la formation de grosses gouttelettes qui ruissellent aisément et tombent de la feuille sur le sol (en emportant avec elles les pesticides).

L'emploi d'agents mouillants réduit la tension de surface de l'eau et lui permet de mieux adhérer aux feuilles. Les pesticides s'étalent donc davantage sur la surface des feuilles. La plupart des formulations de pesticides contiennent un agent mouillant, mais pas en quantité suffisante dans certains cas (à cause notamment de la température de l'eau ou de l'air, de la dureté de l'eau, de la texture de la feuille, du stade de croissance de la plante et/ou du type de formulation). Consulter l'étiquette du pesticide pour des directives précises sur l'emploi des agents mouillants.

Une méthode simple pour déterminer si la teneur en agent mouillant est adéquate consiste à pulvériser sur environ 3 m de planche de culture. Vérifier ensuite si les faces inférieure et supérieure des feuilles à différents stades de croissance sont uniformément mouillées. Si le mouillage n'est pas uniforme, ajouter 125 mL de mouillant par 1 000 L de bouillie. Pulvériser à nouveau sur 3 m de planche et vérifier de nouveau; continuer ainsi jusqu'à ce que le recouvrement soit satisfaisant. Comme leur nom l'indique, ces agents aident la bouillie à « mouiller » le mycélium qui cause la maladie du blanc pour mieux en venir à bout. L'excès d'agent mouillant peut endommager les plants et provoquer la formation excessive de mousse, ce qui entraîne des problèmes de pompage ou de ruissellement et par conséquent une perte d'efficacité.

Toxicité et classement des pesticides

Le tableau 9–1, *Classement et toxicité des insecticides et des acaricides,* p. 114, le tableau 9–2, *Classement et toxicité des fongicides,* p. 116, le tableau 9–3, *Classement et toxicité des régulateurs de croissance,* p. 117, et le tableau 9–4, *Classement et toxicité des herbicides,* p. 117, renseignent sur la toxicité, le groupe chimique, le groupe de mode d'action et le classement en Ontario des pesticides mentionnés dans la présente publication. Les produits qui figurent dans ces tableaux sont homologués pour utilisation dans les cultures ornementales pratiquées en serre ou à l'extérieur. Lire l'étiquette de chaque produit pour s'assurer que celui-ci convient à la culture qu'on veut traiter ou à l'usage qu'on veut en faire.

Les tableaux qui suivent indiquent le groupe de mode d'action auquel appartiennent les insecticides, fongicides et herbicides. L'Insecticide Resistance Action Committee (IRAC), le Fungicide Resistance Action Committee (FRAC) et le Herbicide Resistance Action Committee (HRAC) ont établi ces groupes de mode d'action, afin de distinguer le mode d'action des produits (c.-à-d. comment ils agissent sur l'insecte, la maladie ou la mauvaise herbe). La terminologie employée pour décrire les modes d'action étant complexe et technique, par souci de simplification, des numéros ont été assignés aux modes d'action des différents types de produits. Cette information est importante, car l'apparition d'une résistance est souvent liée à un mode d'action précis. Si une résistance à un pesticide apparaît, les risques d'apparition d'une résistance croisée aux produits partageant le même mode d'action sont très élevés. Une stratégie importante pour éviter l'apparition de résistances consiste à utiliser en alternance des produits ayant des modes d'action différents. Il suffit d'un coup d'œil aux tableaux pour connaître les numéros correspondant aux groupes de mode d'action et s'assurer ainsi de ne pas employer trop fréquemment des produits d'un même groupe. Les tableaux de l'annexe F, *Groupes de pesticides constitués en fonction du site ou du mode d'action,* p. 159, renseignent sur le classement des insecticides et des fongicides dans les groupes de mode d'action établis par l'IRAC et le FRAC. Les groupes de mode d'action des produits sont aussi indiqués dans le tableau 11–2, *Pesticides recommandés – par ennemi combattu,* p. 136. Ils permettent d'un simple coup d'œil de prendre connaissance des différents produits offerts pour combattre chaque ennemi et de s'assurer facilement d'utiliser en alternance des produits appartenant à des groupes différents.

Tableau 9–1. Classement et toxicité des insecticides et des acaricides

Nom commun	Nom commercial	*DL_{50} (mg de produit/kg de poids corporel), sauf mention différente	Groupe chimique	Groupe de mode d'action de l'IRAC	Classement de l'Ontario
abamectine	Avid 1.9% EC	300	avermectines	6	4
acéphate	Orthene 75 SP	1 494	organophosphorés	1B	3
acéquinocyl	Shuttle 15 SC	>5 000	acéquinocyls	20B	3
acétamipride	Tristar 70 WSP	1 064	nicotinoïdes	4A	3
Bacillus thuringiensis	Dipel 2X DF Dipel WP Thuricide BioProtec 3P BioProtec CAF Vectobac 600L	>5 050 >4 000 (technique) non précisée non toxique non toxique >5 000	agents de lutte biologique	11	4 4 4 4 3 3
Beauveria bassiana	BotaniGard 22 WP BotaniGard ES	>5 000 >5 000	agents de lutte biologique		3
bifénazate	Floramite SC	>5 000	carbazates	inconnu	4
carbaryl	Sevin T&O Sevin SL Chipco Sevin RP2	642 590 1 820	carbamates	1A	3
chlorpyrifos	Dursban Turf Dursban WSP Pyrate 480	135 382 409	organophosphorés	1B	3
clofentézine	Apollo SC	>5 000	tétrazines	10A	3
cyromazine	Citation 75 WP	4 460	triazines	17	3
deltaméthrine	DeltaGard SC	>15 000	pyréthrinoïdes de synthèse	3A	3
diazinon	Diazinon 500E Diazinon 50W	1 600 66 (technique)	organophosphorés	1B	3
dichlorvos	DDVP fumigène 20 % EC	56 56	organophosphorés	1B	3
dicofol	Kelthane 50 W	3 060	dicofols	inconnu	3
diflubenzuron	Dimilin 25 WP	>10 000	benzoyl urée de substitution	15	3
diméthoate	Cygon 480, Lagon 480	425	organophosphorés	1B	3
endosulfan	Thiodan 4EC Thiodan 50 WP Thionex EC Thionex 50W	107 24 45 41	organochlorés	2A	4
huile minérale	Landscape Oil	>15 000	huiles horticoles		3
imidaclopride	Intercept 60 WP	1 858	néonicotinoïdes	4A	4
kinoprène-S	Enstar II	1 649	régulateurs de croissance des insectes	7A	4
malathion	Malathion 25 W, 500 E Malathion 50	1 375 290	organophosphorés	1B	4
Metarhizium anisopliae (souche F52)	Met52	Valeur non précisée; présenté comme ayant une toxicité très faible	agents de lutte biologique		4
naled	Dibrom	235 (technique)	organophosphorés	1B	3
**nicotine	Nicotine fumigène	Très toxique; lire la fiche signalétique	nicotines	4B	4
oxyde de fenbutatine	Vendex 50W	>5 000	organotines	12B	4

* Valeurs tirées des fiches signalétiques des différents produits. Des produits renfermant la même matière active n'affichent pas nécessairement la même DL_{50}, en raison de différences dans la concentration de la matière active et la toxicité des ingrédients inertes. Quand la DL_{50} a été obtenue en utilisant l'ingrédient actif technique plutôt que le produit formulé, le tableau l'indique.

**L'homologation de la nicotine est en cours d'élimination progressive. La vente au détail du produit se poursuivra jusqu'au 31 décembre 2011 et l'utilisation par les producteurs sera autorisée jusqu'au 31 décembre 2012.

Tableau 9–1. Classement et toxicité des insecticides et des acaricides (suite)

Nom commun	Nom commercial	*DL_{50} (mg de produit/kg de poids corporel), sauf mention différente	Groupe chimique	Groupe de mode d'action de l'IRAC	Classement de l'Ontario
perméthrine	Pounce 384 EC Ambush 50 EC	1 030 2 280	pyréthrinoïdes de synthèse	3A	4
phosmet	Imidan 50 WP	275	organophosphorés	1B	3
pymétrozine	Endeavor 50 WG	>5 000	pymétrozines	9B	4
pyridabène	Dyno-Mite 75 W	1 930	insecticides et acaricides inhibant le transport des électrons dans la mitochondrie	21A	4
pyriproxifène	Distance	3 773	analogues d'hormones juvéniles	7C	3
sels de potassium d'acides gras	Savon insecticide Opal Savon insecticide	non toxique >5 000			4
spinosad	Success 480 SC	>5 000	spinosynes	5	3
spiromésifène	Forbid 240 SC	>2 000	acides tétroniques	23	3
tébufénozide	Confirm 240 F	>5 000	régulateurs de croissance des insectes	18	3

* Valeurs tirées des fiches signalétiques des différents produits. Des produits renfermant la même matière active n'affichent pas nécessairement la même DL_{50}, en raison de différences dans la concentration de la matière active et la toxicité des ingrédients inertes. Quand la DL_{50} a été obtenue en utilisant l'ingrédient actif technique plutôt que le produit formulé, le tableau l'indique.

**L'homologation de la nicotine est en cours d'élimination progressive. La vente au détail du produit se poursuivra jusqu'au 31 décembre 2011 et l'utilisation par les producteurs sera autorisée jusqu'au 31 décembre 2012.

Tableau 9–2. Classement et toxicité des fongicides

Nom commun	Nom commercial	*DL_{50} (mg de produit/kg de poids corporel)	Groupe chimique	Groupe de mode d'action du FRAC	Classement de l'Ontario
azoxystrobine	Heritage	>5 000	strobilurines	11	3
Bacillus subtilis	Rhapsody ASO	>5 000	agents de lutte biologique	44	4
**benzoate d'oxine	No-Damp	>1 000 (technique)	hydrocarbures aromatiques		4
bicarbonate de potassium	Milstop	2 700	produits inorganiques	non classé	4
captane	SupraCaptan 80 WDG Maestro 80 DF	>5 000 (technique) >5 000	phthalimides	M4	3
chlorhydrate de propamocarbe	Previcur N	>2000	carbamates	28	3
chlorothalonil	Daconil 2787 Daconil Ultrex	4 200 >5 000	chloronitriles	M5	4
Coniothyrium minitans	Contans	>2 500	agents de lutte biologique	non classé	4
cuivre	Phyton-27	non précisée	produits inorganiques	M1	4
dazomet	Basamid Granular	519	diazines		3
diclorane	Botran 75W	>4 640	hydrocarbures aromatiques	14	4
diméthomorphe	Acrobat 50 WP	2 939	amides de l'acide cinnamique	40	3
dodémorphacétate	Meltatox 40 EC	>2 000	morpholines	5	4
étridiazole	Truban 30 WP Truban 25 EC	1 077 2 404	thiadiazoles	14	4
fenhexamide	Decree 50 WDG	>2 000	hydroxyanilides	17	3
folpet	Folpan 50 WP Folpan 80 WDG	>2 000 >5 000	phthalimides	M4	4
fosétyl-Al	Aliette T&O	2 860	phosphonate d'éthyle	33	3
Gliocladium catenulatum	PreStop	>2 000	agents de lutte biologique	non classé	3
iprodione	Rovral 50 WP Rovral WDG	>5 000	dicarboximides	2	3
mancozèbe	Dithane M-45	>5 000	dithiocarbamates	M3	4
métalaxyl	Subdue Maxx	2 965	acylalanines	4	3
myclobutanil	Nova 40 W	3 129 (technique)	triazoles	3	3
quintozène	Quintozene 75 WP	>3 670	hydrocarbures aromatiques	14	4
Streptomyces griseoviridis	Mycostop	>15 000	agents de lutte biologique	non classé	4
Streptomyces lydicus	Actinovate SP	non toxique	agents de lutte biologique	non classé	4
thiophanate-méthyl	Senator 70 WP	>6 000	thiophanates	1	4
Trichoderma harzianum	RootShield Drench RootShield Granules	non toxique non toxique	agents de lutte biologique	non classé	4
trifloxystrobine	Compass 50 WG	>5 050	strobilurines	11	3
triforine	Funginex 190 EC	3 487	pipérazines	3	3
zinèbe	Zineb 80 W	>1 850	dithiocarbamates	M3	4

* Valeurs tirées des fiches signalétiques des différents produits. Des produits renfermant la même matière active n'affichent pas nécessairement la même DL_{50}, en raison de différences dans la concentration de la matière active et la toxicité des ingrédients inertes. Quand la DL_{50} a été obtenue en utilisant l'ingrédient actif technique plutôt que le produit formulé, le tableau l'indique.

**Le titulaire d'homologation a cessé la production du produit No-Damp. Les producteurs peuvent utiliser le produit en leur possession en toute légalité jusqu'au 31 décembre 2011.

Tableau 9–3. Classement et toxicité des régulateurs de croissance

Nom commun	Nom commercial	*DL_{50} (mg de produit/ kg de poids corporel)	Groupe chimique	Classement de l'Ontario
ancymidol	A-Rest	>5 000	pyrimidines	4
benzyladénine + gibbérellines A_4A_7	Fascination	>5 050	cytokinines	4
chlorméquat	Cycocel Extra	2 836	composés d'ammonium quaternaire	3
daminozide	B-Nine WSG Dazide 85 WSG	>5 000 >5 000	acides organiques	3
1-méthylcyclopropène	EthylBloc Technology	>5 000		2
paclobutrazol	Bonzi Piccolo	>5 346 >2 000	triazoles	3
uniconazole	Sumagic	>5 000	triazoles	3

* Valeurs tirées des fiches signalétiques des différents produits. Des produits renfermant la même matière active n'affichent pas nécessairement la même DL_{50}, en raison de différences dans la concentration de la matière active et la toxicité des ingrédients inertes.

Tableau 9–4. Classement et toxicité des herbicides

Nom commun	Nom commercial	*DL_{50} (mg de produit/ kg de poids corporel)	Groupe chimique	Groupe de mode d'action	Classement de l'Ontario
chlorthal-diméthyl	Dacthal W75	>10 000	acides phtaliques	3	4
dazomet	Basamid Granular	519	dithiocarbamates	27	3
fluazifop	Venture L	2 451	aryloxyphénoxy-propionates	1	2
glyphosate	Roundup	5 400	organophosphorés	9	4
isoxabène	Gallery 75 DF	>5 000	amides	21	3
métolachlore	Dual Magnum	3 425	chloroacétanilides	15	4
napropamide	Devrinol 50 DF Devrinol 2G Devrinol 10G	>5 000 >5 000 >5 000	amides	15	4
propyzamide	Kerb 50 WSP	>5 000	amides	15	3
simazine	Princep Nine-T Simadex Simazine 480	>5 000 15 380 >5 000	chlorotriazines	5	3
trifluraline	Bonanza 480 Treflan EC Rival 500 EC	3 738 3 738 5 600	dinitroanilines	3	4

* Valeurs tirées des fiches signalétiques des différents produits. Des produits renfermant la même matière active n'affichent pas nécessairement la même DL_{50}, en raison de différences dans la concentration de la matière active et la toxicité des ingrédients inertes.

Activité fongicide

Le tableau 9–5, *Activité fongicide contre les maladies des cultures florales,* présente les différents fongicides homologués pour combattre les maladies des plantes ornementales cultivées en serre.

Tableau 9–5. Activité fongicide contre les maladies des cultures florales[1]

	Maladie										
Fongicide	***Botrytis***	***Fusarium***	**Taches foliaires[2]**	**Blanc**	**Rouille**	***Pythium***	***Phytophthora***	**Mildiou**	***Rhizoctonia***	***Sclerotinia***	***Thielaviopsis***
Acrobat (diméthomorphe)								X			
Actinovate *(Streptomyces lydicus)*				P							
Aliette (fosétyl-Al)						X	X				
Botran (diclorane)	X										
Compass (trifloxystrobine)				X					X		
Contans *(Coniothyrium minitans)*										X	
Daconil 2787, Ultrex (chlorothalonil)	X	X	X	X	X				X		
Decree (fenhexamide)	X										
Folpan (folpet)						X	X				
Meltatox (dodémorphacétate)				X							
Milstop (bicarbonate de potassium)				X							
Mycostop *(Streptomyces griseoviridis)*		P				P	P				
No-Damp (benzoate d'oxine)									X		
Nova (myclobutanil)				X	X						
Phyton 27 (cuivre élémentaire)	X		X	X							
PreStop *(Gliocladium catenulatum)*	P					P	P		P		
Previcur (propamocarbe)						X	X				
Quintozene (quintozène)									X	X	
Rhapsody *(Bacillus subtilis)*	P		P	P							
RootShield *(Trichoderma harzianum)*		P				P			P		
Rovral (iprodione)	X								X	X	
Senator (thiophanate-méthyl)	X	X	X	X					X	X	X
Soufre			X	X							
Subdue Maxx (métalaxyl)						X	X				
SupraCaptan, Maestro (captane)	X		X			X					
Truban (étridiazole)						X	X				

[1] Il faut savoir que l'efficacité d'un produit peut varier d'une installation de production à l'autre.
[2] Voir sur l'étiquette contre quel type précis de tache foliaire le produit est efficace. X = Maladie indiquée sur l'étiquette P = Maîtrise partielle

Dégâts aux cultures florales (phytotoxicité)

Bien que les insecticides de serre aient été sélectionnés et formulés afin d'éviter d'endommager les plantes, il peut tout de même se produire des dégâts dans certaines conditions. Les règles générales qui suivent s'appliquent quel que soit le traitement pesticide :

- Il n'existe aucun insecticide qui puisse être utilisé sans danger sur toutes les plantes et sous toutes les conditions, mais les poudres mouillables sont généralement moins préjudiciables que les formulations liquides.
- Des produits (p. ex., les fumées) qui sont sans danger lorsqu'ils sont appliqués sur un feuillage sec peuvent être nocifs lorsqu'ils sont appliqués sur un feuillage mouillé.
- Les conditions atmosphériques au moment du traitement sont importantes. Ainsi, les pulvérisations faites par temps ensoleillé s'accompagnent de risques accrus de phytotoxicité comparativement aux pulvérisations faites par temps couvert.
- Les plantes qui ne souffrent d'aucun stress, en particulier hydrique, risquent moins d'être endommagées par les pesticides.
- En général, les pulvérisations à bas volume risquent moins de nuire aux plantes que les pulvérisations à haut volume.

Dangers possibles

Voici une liste des dangers possibles, élaborée à partir de l'expérience des producteurs et des mises en garde figurant sur les étiquettes de pesticides. Cette liste ne prétend pas être complète. Avant d'utiliser un produit pour la première fois sur une culture, toujours faire un essai sur plusieurs variétés différentes et sur une petite superficie, puis inspecter les plantes au bout de quatre à cinq jours pour voir si elles ont souffert du traitement.

- **Acrobat** peut, après des applications répétées, provoquer une légère réaction de phytotoxicité chez les violettes africaines, l'armoise de Steller, la corbeille d'argent et le muflier.
- **Avid** peut endommager les cultures de marguerite Shasta et certaines espèces de fougère.
- **BotaniGard 22 WP**, à fortes doses, peut laisser des résidus visibles inacceptables sur le marché. **BotaniGard ES** peut causer des dommages aux feuilles chez certaines variétés de plantes (p. ex., les tomates).
- Ne pas mélanger en cuve **Botran** avec des formulations EC d'insecticides, en particulier des organophosphorés.
- Ne pas utiliser de **chlorpyrifos (Pyrate)** sur les azalées, camélias, poinsettias, rosiers, géraniums, oxalidacées, coléus ou lierre panaché.
- **Compass** peut abîmer les pétunias, violettes et impatientes de Nouvelle-Guinée. Son utilisation sur les poinsettias après la formation des bractées peut abîmer ces dernières.
- **Daconil (2787 et Ultrex)** peut provoquer une décoloration des fleurs sur certaines variétés d'azalée, de rhododendron, d'hydrangée et de pétunia.
- **D.C.D.** aurait causé des dommages à certains légumes de serre.
- **DDVP (dichlorvos)** est préjudiciable à certains cultivars anciens de chrysanthème, en particulier Shasta et Pink Champagne. Il endommage aussi certains cultivars de mufliers. Le feuillage doit être sec quand le dichlorvos est appliqué comme fumigène.
- **Dibrom** endommage certaines plantes ornementales, y compris certains cultivars de rosiers. Il peut endommager les éphémères. L'utiliser avec circonspection et ne pas l'appliquer directement sur les plants.
- **Dimilin** ne doit pas être utilisé sur le poinsettia, l'hibiscus ni le bégonia Rieger.
- **Distance** a déjà causé des réactions de phytotoxicité chez la sauge, le *Graptopetalum paraguayense*, la fougère de Boston, le schefflera et l'heuchère. Ne pas l'appliquer sur le poinsettia après la formation des bractées.

- Ne pas utiliser **Dursban WSP** sur acalyphis, aphelandra, schefflera, croton, ficus, hibiscus, impatiente, néphrolepsis, pétunia ou rosier.

- **Dyno-Mite** peut altérer la couleur des fleurs du pétunia (cv. White Madness).

- L'application d'**Enstar II** peut endommager les bractées de certains cultivars de poinsettia. Chez certaines variétés de rosiers, les dommages peuvent apparaître un certain temps après le traitement.

- Ne pas appliquer **Forbid** sur les orchidées, les espèces des genres *Pelargonium* et *Peperomia*, les cultivars de rosier 'Attache', 'Vogue' ou 'Classy' ni le *Rosa floribunda 'Noblesse'*. Ce produit n'est pas recommandé sur les espèces suivantes : alstroémère, *Cordyline, Dracaena,* croton, chamaedorée élégante, schefflera, cyclamen, fuchsia, fougère, *Hedera,* hortensia, giroflée *(Matthiola)* ou primevère. Ont été observées, des lésions transitoires aux fleurs des plantes suivantes : marguerite Shasta, bégonia, muflier et bruyère mexicaine. Un blanchiment transitoire a été observé sur certains cultivars de gerbera. Ne pas faire plus d'une application par cycle de culture sur le phlox, la marguerite Shasta, le muflier, la verveine, le rosier, le gerbera ou le souci.

- Ne pas utiliser **Malathion** sur les fougères, les pétunias, les crassules ni les violettes africaines.

- Ne pas utiliser **Meltatox** sur les rosiers Tropicana, ni sur d'autres plantes que les rosiers.

- La **nicotine** peut endommager les plantes grasses et les violettes africaines.

- **Nova** peut avoir un certain effet régulateur de croissance chez les plantes traitées.

- Des doses de **Phyton 27** supérieures à 125 mL/100 L peuvent endommager les fleurs tendres et ouvertes.

- **Rovral** peut causer la brûlure des pétales chez la violette africaine.

- Ne pas utiliser de **savon insecticide** sur les pois de senteur, capucines ni sur les fougères délicates. S'abstenir de faire les pulvérisations quand les plants sont soumis à un stress ou en plein soleil.

- **Sevin (carbaryl)** ne doit pas être utilisé sur le lierre de Boston, la vigne vierge ni les adiantes pédalés.

- **Shuttle** ne doit pas être appliqué sur les rosiers miniatures ni sur les impatientes.

- **Subdue Maxx** peut provoquer des réactions de phytotoxicité chez le gloxinia quand il est appliqué par bassinage du sol après le repiquage.

- **Thiodan (endosulfan)** ne doit pas être utilisé sur les géraniums, sur les chrysanthèmes Bonnafon cultivés en serre, ni sur les boutures de chrysanthèmes dans le mois qui suit leur plantation.

- **Vendex** : Appliquer ce produit uniquement avant le stade du bouton vert des chrysanthèmes et le stade de pré-bractée des poinsettias. Ne pas appliquer quand les plants sont soumis à un stress ou quand il fait plus de 32 °C dans la serre.

Agribrom

- Agribrom est homologué comme traitement de l'eau pour lutter contre les algues.

- Pour être efficace, il doit être présent constamment dans l'eau d'irrigation en faible quantité.

- Si l'on fait recycler l'eau d'irrigation et qu'on lui ajoute Agribrom à chaque fois, surveiller les concentrations de chlorure et cesser l'emploi si elles sont trop élevées.

- Comme le traitement de l'eau dans les cuves peut également élever les concentrations de chlorures, il est recommandé d'injecter Agribrom juste au moment d'arroser les cultures.

- Toujours respecter scrupuleusement les directives données sur l'étiquette.

Bois traité sous pression

- Le bois traité Wolmanized® peut être utilisé sans risque dans les serres.

- Le napthanate de cuivre a déjà causé des dégâts aux cultures de poinsettias.

- N'utiliser aucun autre agent de préservation du bois dans les serres. S'informer auprès d'un conseiller en serriculture.

Prévention de l'empoisonnement des abeilles

La protection des abeilles a peut-être peu de pertinence pour la plupart des serriculteurs, mais elle revêt une grande importance pour les horticulteurs qui cultivent leurs plantes à fleurs à l'extérieur. Les abeilles domestiques, comme d'autres insectes, sont de grands pollinisateurs des cultures. De nombreuses cultures procurent en outre aux abeilles des sources de nectar indispensables à la production de miel.

Voici les mesures à prendre pour prévenir l'empoisonnement des abeilles lorsqu'on à recours à des insecticides pour lutter contre les insectes nuisibles :

- Avant d'employer un pesticide, aviser les apiculteurs locaux afin qu'ils puissent mettre leurs colonies hors de danger. Pour obtenir leurs coordonnées, s'adresser à l'apiculteur provincial au 1 888 466-2372, poste 63595.

- Ne faire aucune pulvérisation insecticide pendant la floraison de cultures que butinent les abeilles. Si l'on doit absolument employer un insecticide, le faire après 19 h lorsque les abeilles ont cessé de butiner. S'il est impossible de faire la pulvérisation en soirée, la faire avant 7 h le matin. Les abeilles ne butinent généralement pas à des températures inférieures à 13 °C.

- Pour éviter toute dérive vers des ruches avoisinantes, ne jamais appliquer d'insecticide si le temps est venteux.

- Dans la mesure du possible, choisir les formulations qui sont le moins toxiques pour les abeilles. Les produits pulvérulents sont plus toxiques que les produits à pulvériser; les concentrés émulsifiables (EC) sont moins toxiques que les poudres mouillables (WP).

La plupart des insecticides à base d'organophosphorés et de carbamates sont extrêmement toxiques pour les abeilles. Le tableau 9–6, *Toxicité relative des pesticides pour les abeilles,* sur cette page, donne des exemples d'insecticides toxiques pour les abeilles parmi ceux qui sont utilisés en agriculture.

Voir sur l'étiquette de chaque pesticide employé, les précautions à prendre relativement aux abeilles.

Tableau 9–6. Toxicité relative des pesticides pour les abeilles

Nom commercial	Matière active
Groupe I – Hautement toxiques pour les abeilles; ne pas appliquer hors d'une serre sur des cultures ou des mauvaises herbes en fleurs	
Avid 1.9%EC	abamectine
Cygon 480, Lagon 480	diméthoate
DeltaGard	deltaméthrine
Diazinon	diazinon
Dursban WDG, Dursban T, Pyrate 480	chlorpyrifos
Dyno-Mite 75 W	pyridabène
Imidan 50 WP	phosmet
Intercept 60 WP	imidaclopride
Malathion	malathion
Orthene 75 SP	acéphate
Pounce 384 EC	perméthrine
Sevin	carbaryl
Success 480 SC	spinosad
Groupe 2 – Modérément toxiques pour les abeilles; appliquer seulement en fin de soirée ou tôt le matin*	
Endosulfan, Thiodan	endosulfan
Floramite SC	bifénazate
Pirliss 50 DF	pyrimicarbe
Supra Captan 80 WDG, Maestro 80 DF	captane
Tristar 70 WSP	acétamipride
Groupe 3 – Relativement non toxiques pour les abeilles	
Aliette T&O	fosétyl-Al
Apollo SC	clofentézine
BioProtec CAF, Dipel 2X DF	*Bacillus thuringiensis*
Botran 75 W	diclorane
Bravo 500, Daconil 2787	chlorthalonil
Confirm 240F	tébufénozide
Decree 50 WDG, Elevate	fenhexamide
Funginex DC	triforine
Kelthane 50W	dicofol
MilStop	bicarbonate de potassium
Nova 40 W	myclobutanil
Rhapsody ASO	*Bacillus subtilis*
Rovral 50 WP	iprodione
Senator 70 WP	thiophanate-méthyl
Shuttle 15 SC	acéquinocyl
Subdue Maxx	métalaxyl

* Lorsque le temps est particulièrement frais, les insecticides peuvent rester phytotoxiques jusqu'à vingt fois plus longtemps que par temps doux. Des températures chaudes en début de matinée ou en fin de soirée peuvent prolonger la période pendant laquelle les abeilles butinent activement.

10. Emploi de régulateurs de croissance

Il est possible d'influencer la croissance des plantes, particulièrement leur croissance végétative en recourant à un certain nombre de stratégies culturales et de gestion environnementale et en recourant aussi aux régulateurs de croissance des plantes (RCP). Les RCP sont des produits chimiques qui modifient l'activité hormonale naturelle régulant la croissance et le développement des végétaux. Les facteurs culturaux et environnementaux qui influencent la croissance et le développement des végétaux peuvent aussi influencer la réaction d'une culture à un RCP. La plupart des RCP utilisés dans les serres agissent comme « ralentisseurs de croissance ». Ces produits réduisent la hauteur des plants en inhibant la production de gibbérellines, qui sont les hormones responsables de l'élongation des cellules. Leur effet se manifeste surtout au niveau de l'élongation des tiges, des pétioles et des pédoncules. Ils peuvent aussi restreindre l'expansion des feuilles, qui sont alors plus petites, plus épaisses et d'un vert plus foncé.

Pour obtenir la réaction recherchée chez les végétaux quand on utilise des RCP, il faut maîtriser l'art et la science de la culture. Les RCP ne sauraient remplacer de bonnes pratiques de gestion des cultures ni un réglage précis des paramètres d'ambiance.

Facteurs culturaux influençant la croissance des végétaux

Stress hydrique

On peut ralentir la croissance d'une culture en la soumettant à un stress hydrique, ce qui consiste à restreindre la teneur en eau du substrat ainsi qu'à maintenir une humidité relative très faible dans le milieu ambiant.

Nutrition

Les apports d'azote ammoniacal stimulent l'élongation des cellules et, de ce fait, l'allongement des tiges. Chez bien des espèces végétales, l'utilisation d'engrais à teneur faible (ou nulle) en phosphore réduit la hauteur des plants sans nuire à leur floraison. Par conséquent, une fois que les plants sont établis, il est recommandé d'utiliser des engrais comme le 15-0-15 pour limiter la croissance végétative.

Température moyenne sur vingt-quatre heures

L'élévation ou l'abaissement de la température moyenne sur vingt-quatre heures se répercute sur la hauteur des plants. Ainsi, les rosiers et les cultures de saison froide comme celles des anémones, des renoncules, des primevères et des cinéraires, resteront de petite taille s'ils sont soumis à des températures plus élevées, tandis que des cultures comme celles des chrysanthèmes et des lis sont généralement de plus haute taille quand elles sont cultivées sous des températures chaudes. Selon qu'on augmente ou qu'on abaisse la température moyenne sur vingt-quatre heures, on peut accélérer ou ralentir la croissance des plantes.

DIF ou température diurne-nocturne

La DIF est la différence entre la température diurne et la température nocturne. Le fait de maintenir la température diurne plus fraîche que la température nocturne (DIF négative), ou de provoquer une brusque baisse de température à 12–13 °C pendant 2–3 heures à partir de l'aube, réduit l'élongation des tiges. Ce changement influence la synthèse des gibbérellines.

Intensité lumineuse

En général, les plantes se développent moins en hauteur dans une serre où l'intensité lumineuse est élevée.

Qualité de la lumière

À la tombée de la nuit, la qualité de la lumière produit le même effet que la DIF sur l'élongation des tiges. Le rapport de la lumière rouge à la lumière rouge lointain (lumière photomorphogénique) influence l'élongation et la ramification. En supprimant la période de lumière crépusculaire, à la tombée de la nuit, à l'aide d'écrans d'obscurcissement, on augmente le rapport de la lumière rouge à la lumière rouge lointain.

comparativement à la lumière ambiante et on obtient des plants plus compacts.

Facteurs de stress mécaniques

Les plants qui sont effleurés ou secoués un certain nombre de fois par jour seront moins hauts.

Eau froide

De l'eau froide appliquée par aspersion et piégée dans le point végétatif peut ralentir la croissance de certains végétaux. Des expériences effectuées sur le lis de Pâques (cv. Nellie White) montrent que la hauteur des plants s'accroît de façon linéaire à mesure que la température augmente, à raison d'environ 1,5 cm/°C dans la fourchette de 2–20 °C. Au cours des expériences, on appliquait 100 mL par plant, deux fois par semaine. L'eau doit être appliquée sur le méristème (apex) des plantes et non sur le substrat. Certaines plantes à massif réagissent également bien à cette technique.

Facteurs physiologiques influençant la croissance des végétaux

Les régulateurs de croissance des plantes (RCP) sont devenus depuis une trentaine d'années un outil important en serriculture, car ils permettent de modifier le mode de développement des espèces florales cultivées en serre. Ils influent en effet sur différents mécanismes physiologiques comme l'allongement des tiges, la ramification, l'émission des racines, l'induction florale et la croissance végétative. La présente section traite des facteurs à considérer lorsqu'on utilise des RCP pour limiter la croissance végétative (c.-à-d. réduire la taille des plants).

Vigueur de la plante

N'administrer des RCP qu'à des espèces de végétaux et/ou à des cultivars affichant une croissance vigoureuse. Les doses qui conviennent à un cultivar peuvent être trop élevées ou trop faibles pour un autre de la même espèce. Éviter de les utiliser ou en réduire les doses sur les cultivars moins vigoureux, pour ne pas risquer de les atrophier excessivement. Les RCP imposent un stress aux plantes. Une plante saine et vigoureuse est plus apte à tolérer ce stress. Une plante déshydratée est plus sensible aux effets phytotoxiques d'un RCP qu'une plante turgescente. N'appliquer un RCP que sur des plantes pourvues d'un système racinaire bien développé. Par exemple, lorsqu'il est appliqué sur des lis de Pâques faiblement racinés, l'A-Rest peut provoquer une chute anormale des feuilles du bas.

Réaction du cultivar ou de l'espèce

Les espèces ne réagissent pas nécessairement toutes à tous les RCP. La concentration du RCP et le nombre de traitements doivent être adaptés au comportement végétatif du cultivar à traiter. Par exemple, un plant vigoureux de verveine ou de chrysanthème cultivé en pot aura généralement besoin d'une concentration plus élevée de RCP qu'un plant d'un cultivar plus compact et plus court. Cette règle vaut aussi pour la plupart des plantes à fleurs, dont le poinsettia, le kalanchoe et le géranium.

Stade de croissance

L'effet des RCP est généralement plus fort sur des plants jeunes. Un traitement effectué au mauvais moment peut retarder la floraison ou entraver gravement la croissance du plant. Par exemple, Sumagic appliqué à trop forte dose sur des lis de Pâques donnera à ceux-ci l'aspect de palmiers. Le même produit appliqué sur des poinsettias après le début des jours courts produira parfois des bractées trop petites. Un traitement prématuré peut aussi nuire au développement de certains entre-nœuds (dans le bas des tiges) du poinsettia et du chrysanthème. Cet effet est particulièrement prononcé avec de fortes doses d'un RCP à action systémique.

Taille des plants

Les traitements avec des RCP doivent tenir compte de la taille des plants. On utilise des doses ou des quantités réduites de produits chimiques quand les plants sont plus petits. Les plantules de plantes à massif en plateaux à alvéoles ont besoin de doses et de volumes plus faibles que les plants en caissettes ou en contenants plus gros. Des doses réduites sont habituellement recommandées pour les jeunes plants quand le feuillage ne couvre pas entièrement le substrat, et d'autant plus si le RCP peut être absorbé par les racines.

Facteurs environnementaux influençant la croissance des végétaux

Les plantes cultivées dans un milieu frais et peu éclairé peuvent nécessiter moins de RCP que celles qui sont cultivées dans un milieu plus chaud et plus lumineux. Il faut par conséquent modifier la concentration selon qu'on est en été ou en hiver, surtout quand on utilise des RCP plus actifs ou plus forts comme Bonzi/Piccolo ou Sumagic. S'abstenir d'appliquer un RCP lorsque la température dépasse 26 °C. Dans la mesure du possible, faire l'application en soirée ou pendant les périodes où les pertes par transpiration sont faibles, afin de favoriser l'absorption du produit par les tissus des plantes. Cette précaution s'impose particulièrement dans le cas de B-Nine/Dazide et, dans une moindre mesure, de Cycocel Extra. Bonzi/Piccolo et Sumagic sont deux RCP à action systémique qui sont absorbés rapidement par les tissus des plantes.

Les conditions météorologiques ont une incidence sur les résultats obtenus, car elles influencent directement l'absorption des RCP à la suite de leur application. Les conditions de luminosité et de température qui favorisent un assèchement rapide des gouttelettes sur le feuillage réduisent l'efficacité des RCP hydrosolubles, de B-Nine/Dazide et de Cycocel Extra, car une moins grande quantité du produit est alors absorbée. Appliquer ces produits tard dans la journée, sous un couvert de nuage et/ou baisser les toiles à ombrer durant la pulvérisation afin de maximiser l'absorption. Attendre au moins dix-huit heures avant de mouiller le feuillage de plants qui ont été traités avec B-Nine/Dazide et Cycocel Extra.

Utiliser les doses inférieures indiquées sur l'étiquette et le volume de bouillie le plus bas par unité de surface lorsque le traitement est fait au cours des périodes de l'année où la luminosité est faible et où les plants sont moins vigoureux.

Facteurs physiques et chimiques influençant la croissance des végétaux

Rémanence du produit

Les RCP n'ont pas tous la même rémanence, c.-à-d. qu'ils n'ont pas tous la même persistance dans le plant après l'application. Des RCP comme B-Nine/Dazide et Cycocel Extra ont perdu presque toute efficacité après une ou deux semaines. A-Rest, Bonzi/Piccolo, Sumagic et Fascination demeurent actifs dans la plante pendant au moins trois ou quatre semaines, mais la durée dépend de facteurs environnementaux. Bonzi/Piccolo et Sumagic peuvent rester actifs dans le substrat pendant longtemps.

Absorption et diffusion du produit chimique

Lors des pulvérisations de Sumagic et de Bonzi, le jet doit être dirigé vers les tiges. Même si ces produits sont facilement absorbés par les tissus foliaires, ils ne sont pas efficaces quand ils n'atteignent que les feuilles, car ils migrent très difficilement des tissus foliaires vers d'autres parties du plant.

B-Nine est absorbé lentement par la cuticule et ne possède aucune activité systémique.

Fascination se disperse mal à l'intérieur de la feuille, de sorte qu'un recouvrement uniforme du feuillage est indispensable. Éviter toutefois de provoquer le ruissellement du produit, car une fois dans le substrat, il est absorbé par les racines et risque alors de provoquer une élongation excessive des tiges.

Habituellement, des gouttelettes plus fines procurent un meilleur recouvrement et accroissent l'efficacité.

En ce qui a trait aux applications au sol :

- Bonzi/Piccolo et Sumagic sont activement absorbés par les racines, puis diffusés jusqu'aux extrémités des pousses.
- A-Rest est facilement absorbé par les racines, la diffusion se faisant depuis les racines, les tiges et les feuilles.
- Cycocel Extra est peu absorbé par les racines par comparaison aux produits Bonzi/Piccolo, Sumagic et A-Rest, d'où des doses beaucoup plus fortes indiquées sur l'étiquette pour la maîtrise efficace de l'élongation des tiges. Au Canada, Cycocel Extra est homologué uniquement pour les applications par bassinage du sol.

Dosage et recouvrement

Avec la plupart des RCP, l'exactitude de la concentration de matière active (m.a.) dans la bouillie à appliquer est primordiale. On peut faire une conversion simple à l'aide des concentrations standard (1 ou 1 000 ppm de m.a.) indiquées au tableau 10–1, *Données repères pour la dilution des régulateurs de croissance*, p. 127.

La dose doit être mesurée soigneusement avec une balance et/ou un récipient gradué de précision. Pour les applications au sol d'A-Rest, la dose recommandée sur l'étiquette est exprimée en matière active totale par pot. Cela signifie donc que la concentration de la solution (mg/1 000 L ou ppm) multipliée par le volume de la bouillie à verser sur le substrat (mL/pot) doit être égale à la dose (mg/pot).

Le recouvrement désigne le volume de solution pulvérisée par unité de surface ou, s'il s'agit d'une application au sol, le volume de solution par unité de grandeur de pot ou unité de surface (dans le cas d'une planche de culture).

Toujours lire l'étiquette. Un même produit peut exister en différentes formulations. Une même formulation peut avoir changé. Se conformer au mode d'emploi spécifié par le fabricant. Le cas échéant, l'étiquette précise s'il faut utiliser un mouillant-adhésif.

Les RCP doivent être conservés dans un endroit frais, sec et sombre, à l'abri du gel. Leur durée de conservation est d'au moins deux ans. Certains RCP peuvent devenir instables avec le temps ou perdre de leur efficacité quand il sont mélangés à de l'eau ayant un pH élevé. Pour éviter toute dégradation du produit, préparer la bouillie immédiatement avant de l'employer ou abaisser le pH de l'eau sous 6,0 afin de l'acidifier.

Méthode d'application

Bassinage du sol

L'application au sol, dite bassinage ou trempage du sol, est plus précise que l'application foliaire, mais demande généralement plus de travail, sauf si elle peut être réalisée à l'aide du réseau d'irrigation. Certains RCP (p. ex., A-Rest, Bonzi/Piccolo et Sumagic) ont une action systémique. Ils sont activement absorbés par les racines et diffusés jusqu'aux extrémités des pousses. Cycocel Extra n'est efficace pour les applications au sol qu'à de fortes doses. L'application au sol permet de mieux répartir le produit dans le plant et donc de renforcer l'action du régulateur de croissance. Généralement, les applications au sol ont moins d'effets sur la grosseur des fleurs et le retard de floraison, et ont tendance à agir plus longtemps que les applications foliaires. Les applications au sol sont plus uniformes que les applications foliaires car le volume par contenant est plus facilement mesurable. Pour l'application au sol, le volume est corrigé en fonction de la grosseur du pot.

Les applications au sol de Sumagic et Bonzi/Piccolo sont extrêmement efficaces, mais elles exigent une grande précision. Avant d'utiliser un RCP, quel qu'il soit, pour une application au sol, s'assurer que les plantes ont des racines bien développées. Le substrat doit être mouillé avant l'application au sol. Appliquer suffisamment de bouillie pour mouiller toute la masse racinaire. S'assurer que les plantes ne souffrent pas de stress. Le traitement risque de léser les plantes si elles sont tant soit peu déshydratées. Il est prudent d'arroser les plantes en fin d'après-midi et de traiter le lendemain matin. En outre, après un arrosage la veille, le RCP se répartit plus uniformément dans le substrat.

Piccolo est le seul RCP qui soit homologué pour utilisation dans un réseau de sub-irrigation. Quand l'application se fait par le réseau de sub-irrigation, employer jusqu'à la moitié des doses. Ne pas réutiliser les plateaux ni les contenants ayant déjà contenu des plants ou du substrat traité avec Sumagic ou Bonzi/Piccolo. Quand ces produits sont utilisés, se méfier des éventuels résidus présents sur les tables, sur les planchers ou dans les rigoles.

Les substrats à base d'écorce de pin réduisent l'efficacité d'A-Rest, de Bonzi/Piccolo et de Sumagic.

Application foliaire

L'application foliaire demande souvent moins de travail que l'application au sol, mais elle oblige à veiller à un recouvrement uniforme du feuillage. Le bon fonctionnement du matériel de pulvérisation est indispensable.

Le volume employé par unité de surface varie en fonction de l'âge et de la taille de la culture. Le volume de bouillie indiqué sur l'étiquette est valable pour une culture type parvenue à différents stades de développement. La méthode d'application dépend du RCP employé.

Tableau 10–1. Données repères pour la dilution des régulateurs de croissance

Nom du produit	Matière active	Formulation	Application foliaire ou au sol	
			1 ppm	1 000 ppm
A-Rest	ancymidol	0,0264 % (0,264 g/L)	3,8 mL/L	
B-Nine Dazide	daminozide daminozide	85 WSG (850 g/kg) 85 WSG (850 g/kg)		1,2 g/L 1,2 g/L
Bonzi Piccolo	paclobutrazol paclobutrazol	0,4 % (4 g/L) 0,4 % (4 g/L)	0,25 mL/L 0,25 mL/L	
Cycocel Extra	chlorméquat	46,0 % (460 g/L)		2,2 mL/L
Fascination	benzyladénine + gibbérellines A_4A_7	1,8 %/1,8 %	0,056 mL/L	
Sumagic	uniconazole	0,055 % (0,55 g/L)	1,8 mL/L	

Étant donné que l'absorption de Bonzi/Piccolo et Sumagic se fait principalement par les tiges, il est important de veiller à ce que la bouillie pénètre dans tout le feuillage afin d'obtenir un recouvrement uniforme des tiges. Ces produits se fixent très facilement par adsorption au substrat, ce qui rend la matière active facilement assimilable par les racines. Il est important de ne pas pulvériser trop de solution.

La plupart des produits contiennent un agent mouillant; toutefois, on peut avoir à ajouter un mouillant-adhésif à la bouillie pour que celle-ci s'étale plus uniformément sur le feuillage et pour réduire la possibilité de dégâts foliaires. Une dose de 10–20 L de bouillie/100 m^2 procure en général un bon recouvrement. On doit diminuer encore ce volume quand on traite des plants plus jeunes et plus petits. Pour éviter tout gaspillage des produits chimiques, placer les plantes aussi proches que possible les unes des autres sans pour autant trop les tasser.

Appliquer les RCP avec un pulvérisateur réservé à cet usage. Le nettoyer après chaque application afin d'éviter tout risque de dégât dû à des résidus d'autres produits chimiques.

On peut s'aider du tableau 10–2, *Volume de bouillie recommandé*, pour savoir quel volume préparer.

Tableau 10–2. Volume de bouillie recommandé

Diamètre du pot (cm)	Volume de bouillie (mL/pot)	
	Application au sol	Application foliaire
10	90	3
13	120	6
15	180	10
20	240	17,5
25	300	25

Lorsqu'ils sont appliqués par pulvérisation foliaire, les RCP doivent être absorbés par les feuilles et/ou diffusés à l'intérieur du plant. La matière active doit traverser la cuticule cireuse de la feuille ou de la tige et se diffuser à l'intérieur du tissu végétal. Les RCP très hydrosolubles comme le B-Nine/Dazide et le Cycocel Extra pénètrent lentement la cuticule, tandis que ceux qui sont moins hydrosolubles (Sumagic, Bonzi/Piccolo, A-Rest) la pénètrent très rapidement.

Les plantes doivent être turgescentes au moment du traitement pour ne pas subir de dégât foliaire. Dans le cas du Cycocel Extra et du B-Nine/Dazide, le feuillage absorbe la matière active tant qu'il reste mouillé; on doit donc les appliquer très tôt le matin ou à la fin de la journée ou par temps nuageux et humide, quand l'air est presque immobile. Dans les douze à vingt-quatre heures qui suivent l'application de l'un de ces produits, s'abstenir de pratiquer l'irrigation par aspersion et garder les plants secs pour éviter que les feuilles ne soient lavées de la matière active.

A-Rest, Sumagic et Bonzi/Piccolo sont absorbés très rapidement (en quelques minutes) par les feuilles et risquent peu d'être lessivés une fois que les feuilles sont ressuyées.

Nombre d'applications

Même s'il est plus économique de faire une seule application (que ce soit une application foliaire ou une application au sol), il faut savoir qu'une application unique à la dose supérieure indiquée sur l'étiquette peut souvent administrer une surdose à la culture et freiner à outrance sa croissance. La dose dépend des pratiques adoptées relativement à la lumière, à la température, à l'humidité relative, à l'arrosage et à la fertilisation. Il est moins risqué de faire deux traitements avec la dose inférieure recommandée (qui

est habituellement la moitié de la dose supérieure recommandée). Un intervalle d'une ou deux semaines entre les traitements offre davantage de souplesse et réduit les risques de dommages à la culture. Il permet aussi de surveiller la croissance des plantes, de tenir compte du changement des conditions météorologiques et de décider s'il convient de faire d'autres traitements ou non. La technique des traitements multiples améliore normalement la forme des plants.

Comment estimer la taille définitive du plant

Les chercheurs en floriculture ont constaté qu'il est possible de prédire la taille définitive du chrysanthème, du lis de Pâques et du poinsettia en se référant à des courbes de croissance (suivi graphique). Le suivi graphique peut aider à déterminer si le ralentisseur de croissance utilisé est efficace et s'il faut faire des traitements supplémentaires ou non. Quatre semaines après le début du régime jours courts, le chrysanthème et le poinsettia sont à environ la moitié de leur hauteur définitive. Quant au lis de Pâques, sa hauteur définitive est approximativement le double de celle qu'il atteint au stade bouton visible. On peut donc estimer la hauteur définitive des plants en multipliant par deux la hauteur qu'ils atteignent à ces stades (hauteur mesurée à partir du haut du pot). Si la hauteur estimative à quatre semaines est trop grande, une application de régulateur de croissance peut être indiquée. Ce traitement induira un nouveau ralentissement de croissance et produira des plants plus conformes aux attentes.

Les producteurs devraient se servir du suivi graphique dans leur programme cultural intégré comme technique de surveillance de la croissance. On trouve sur le marché des programmes de suivi graphique qui présentent les courbes de croissance caractéristiques de ces cultures.

Modes de préparation des bouillies et des régulateurs de croissance des plantes

Toujours lire l'étiquette. Manipuler les produits chimiques conformément aux recommandations du fabricant et observer toutes les restrictions et précautions.

Au moment de mélanger des produits chimiques, savoir que le volume du RCP est compris dans le volume final de la bouillie à appliquer sur les plants. Mesurer d'abord la quantité de produit chimique. Verser ensuite dans le réservoir la moitié de la quantité d'eau nécessaire. Ajouter le produit chimique, puis la quantité d'eau nécessaire pour obtenir le volume de solution requis. Par exemple, si le mode d'emploi indique 60 mL de B-Nine/Dazide par litre, verser en premier 0,5 L d'eau, ajouter 60 mL de B-Nine/Dazide dans un récipient gradué approprié, et ajouter de l'eau jusqu'à la graduation 1 L. Ne pas oublier que c'est la bouillie finale contenant le B-Nine qui doit faire 1 L. Bien agiter la solution avant et pendant la pulvérisation.

Ne pas ajouter d'agent mouillant (dispersant) si l'étiquette indique que le RCP en contient déjà. Cependant, si la bouillie pulvérisée forme trop de perles sur les feuilles, y ajouter un agent mouillant pour qu'elle s'étale mieux.

Lire l'étiquette pour savoir si le produit est suffisamment stable pour être conservé après la préparation. Il vaut mieux mélanger les RCP juste avant chaque application pour être sûr que le produit n'a rien perdu de son pouvoir.

> Ne jamais mélanger un RCP avec un autre pesticide. Les RCP sont des outils trop délicats; ne pas courir de risque en cherchant à gagner du temps. Mesurer et appliquer avec précision le RCP.

Recommandations concernant l'emploi des régulateurs de croissance sur les cultures florales

L'efficacité des RCP peut varier beaucoup d'une culture à l'autre. Il faut bien lire l'étiquette des RCP avant de les employer. Voir le tableau 10–3, *Liste des régulateurs de croissance homologués par culture*, p. 129, et le tableau 10–4, *Mode d'emploi des régulateurs de croissance des plantes*, p. 129.

Tableau 10–3. Liste des régulateurs de croissance homologués par culture

Culture	RCP homologués
Azalée	B-Nine/Dazide
Chrysanthème (à couper)	B-Nine/Dazide
Chrysanthème (en pot)	A-Rest, B-Nine/Dazide, Sumagic
Géranium à feuilles zonées	Bonzi/Piccolo, Cycocel Extra, Sumagic
Hortensia	B-Nine/Dazide
Lis de Pâques	A-Rest, Fascination, Sumagic
Lis hybrides	A-Rest, Fascination
Plantes à massif	B-Nine/Dazide, Bonzi/Piccolo, Sumagic
Poinsettia	A-Rest, B-Nine/Dazide, Cycocel Extra, Sumagic
Toutes les plantes à fleurs coupées, les plantes à fleurs en pot et les plantes vertes	EthylBloc Technology

Tableau 10–4. Mode d'emploi des régulateurs de croissance des plantes

	A-Rest (264 mg d'ancymidol/L ou 0,0264 % d'ancymidol)
Cultures	Chrysanthème (en pot), lis, poinsettia
Concentration de la matière active	2–8 ppm
Dose	2 ppm = 7,5 mL/L de bouillie 8 ppm = 30 mL/L de bouillie
Méthode d'application	Application au sol. Appliquer à raison de 0,25-0,50 mg de matière active par pot de 15 cm.
Moment de l'application	• *Chrysanthème :* Appliquer quand les racines commencent à sortir de la motte de substrat, soit environ 2 semaines après le pincement, lorsque les pousses latérales atteignent 5–10 cm de long. • *Lis :* Appliquer lorsque les lis ont 7–15 cm de hauteur. Ne pas traiter entre le 23 janvier et le 7 février, sous peine de réduire le nombre de boutons floraux. • *Poinsettia :* Traiter la plante à partir du pincement jusqu'à 4 semaines suivant le pincement; ou 8–12 semaines avant la finition. Ne pas appliquer après le début de la formation des bractées.
Remarques	• La bouillie doit mouiller uniformément tout le substrat. Ne pas ajouter d'agent mouillant. Dans le cas des lis de Pâques, s'assurer que les racines sont saines et que le substrat est suffisamment riche en phosphore pour limiter le jaunissement des feuilles inférieures.

	Cycocel Extra (46,0 % de chlorméquat)
Cultures	Géranium à feuilles zonées, poinsettia
Concentration de la matière active	*Géranium :* 1 500–3 000 ppm *Poinsettia :* 1 500–3 000 ppm
Dose	1 500 ppm = 3,25 mL/L de bouillie 3 000 ppm = 6,5 mL/L de bouillie
Méthode d'application	Application au sol.
Moment de l'application	• *Géranium à feuilles zonées :* Traiter par une application au sol, à raison de 1 500-3 000 ppm, 3 semaines après le repiquage, quand les plants sont bien enracinés et que la tige commence à s'allonger. • *Poinsettia :* Traiter quand les pousses atteignent de 2 à 4 cm.
Remarques	• *Géranium à feuilles zonées :* Hâte la floraison et stimule la ramification. • *Poinsettia :* Un traitement après le 15 octobre peut retarder la formation des fleurs et réduire la taille des bractées chez les poinsettias qui sont élevés sous régime d'éclairement naturel. Deux traitements par application au sol à demi-dose sont plus efficaces qu'un seul traitement à pleine dose.

Tableau 10–4. Mode d'emploi des régulateurs de croissance des plantes (suite)

	B-Nine WSG/Dazide 85 WSG (85 % de daminozide)
Cultures	Azalée, plantes à massif, chrysanthème (en pot et à couper), hortensia, poinsettia
Concentration de la matière active	*Azalée* (1 500–2 500 ppm) *Plantes à massif* (5 000 ppm) *Chrysanthème : en pot* (2 500–5 000 ppm); *à couper* (2 500 ppm) *Hortensia* (5 000 ppm) *Poinsettia* (5 000–7 500 ppm)
Dose	1 500 ppm = 1,8 g/L de bouillie 2 500 ppm = 3,0 g/L de bouillie
Méthode d'application	Application foliaire (2–4 L/100 m² de surface de banquettes). Augmenter le volume en fonction de l'abondance du feuillage. Pulvériser jusqu'au point de ruissellement.
Moment de l'application	• *Azalée :* Après le dernier pincement, traiter lorsque les pousses ont 2,5 cm de long afin de stimuler le développement de nouveaux boutons (1 application à 2500 ppm ou 2 applications à 1500 ppm, à une semaine d'intervalle). • *Plantes à massif :* Appliquer 2–3 semaines après le repiquage ou lorsque les plants ont commencé à s'allonger. Répéter le traitement, au besoin. • *Chrysanthème (en pot) :* Appliquer environ 2 semaines après le pincement quand les pousses ont 2–4 cm de long. Le traitement peut être répété 3 semaines plus tard; *(en pot et à couper) :* Pour empêcher l'allongement des pédoncules, pulvériser 2 jours après l'ébourgeonnement ou 4 semaines suivant la mise à l'ombre. • *Hortensia :* Effectuer la première pulvérisation entre 2 et 3 semaines (stade 4–5 feuilles) et la deuxième pulvérisation une semaine plus tard. • *Poinsettia :* Pulvériser lorsque les pousses ont environ 5 cm de hauteur. La concentration de la bouillie dépend de la date du pincement (qui à son tour dépend de la grosseur du pot). Des plants vigoureux peuvent nécessiter un second traitement.
Remarques	• *Azalée :* Amplifie la réaction aux jours courts et hâte la formation des boutons. Ne pas laisser la solution dégoutter sur le substrat. • *Plantes à massif :* Efficace sur la plupart des plantes à massif, sauf sur muflier, célosie, coléus, pensée, géranium, œillet, cléome, volubilis et gomphrena. • *Chrysanthème (en pot) :* Utiliser la dose inférieure sur les plants pincés et la dose supérieure sur les plants à une seule tige. Pulvériser sur le feuillage jusqu'au point de ruissellement; (*à couper*) : Ne pas mélanger le B-Nine avec d'autres pesticides. • *Hortensia :* Traiter si nécessaire quand les boutons sont visibles. • *Poinsettia :* Ne pas ajouter d'agent mouillant. Une application faite après le début des jours courts retardera la floraison. • Ne pas mouiller le feuillage dans les 18–24 heures qui suivent le traitement.

Tableau 10–4. Mode d'emploi des régulateurs de croissance des plantes (suite)

Bonzi/Piccolo (4 g de paclobutrazol/L)	
Cultures	Plantes ornementales à massif cultivées en contenants, pour le moment en plateaux à alvéoles (plantules), en caissettes à alvéoles ou en godets (plants repiqués)
Concentration de la matière active	0,5–60 ppm selon la méthode d'application et l'espèce cultivée. *Lire attentivement l'étiquette. Le paclobutrazol est extrêmement actif à très faible concentration. Faire d'abord un essai à faible concentration sur chaque espèce et cultivar.*
Dose	1 ppm = 0,25 mL/L de bouillie 2 ppm = 0,5 mL/L de bouillie 10 ppm = 2,5 mL/L de bouillie
Méthode d'application	• Application foliaire (selon le stade de croissance, utiliser 1–2 L/10 m² de surface de banquettes pour de petits plants dans des plateaux alvéolés). • Pour des plants au feuillage bien développé, un taux d'application de 3 L/10 m² peut être nécessaire. • Application au sol (utiliser 60–80 mL/pot de 10 cm; 120–140 mL/pot de 15 cm).
Moment de l'application	• Plantules en plateaux à alvéoles: faire le premier traitement au stade de la première ou de la deuxième feuille. Plants repiqués en caissettes alvéolées ou en godets (petits pots) : traiter quand la reprise des plants est assurée, soit habituellement 2–3 semaines après le repiquage. • Appliquer au début de l'élongation des tiges florales afin de réduire l'étirement tardif des pédoncules.
Remarques	• Comme l'absorption du Bonzi/Piccolo se fait par les tiges, un recouvrement uniforme est indispensable. Une dose excessive risque d'atrophier les plants et de retarder la floraison. • On obtient normalement la hauteur souhaitée après un seul traitement par application foliaire ou par application au sol, mais on peut aussi obtenir une bonne maîtrise de la hauteur par deux traitements à 7–10 jours d'intervalle avec la moitié de la dose recommandée, surtout si la lumière est moins intense et que les températures sont plus basses. • Des applications foliaires à fortes doses peuvent retarder la floraison. • Prendre soin de ne pas pulvériser une quantité excessive de bouillie sur les jeunes plants dont le feuillage ne recouvre pas encore complètement le substrat: le surplus de bouillie pénétrerait dans le substrat et y agirait comme une application au sol, ce qui pourrait causer l'atrophie des espèces sensibles. • Les applications au sol ont tendance à maîtriser plus efficacement la hauteur des plants et à produire des plants plus uniformes. L'application peut être faite au moment où les plants ont presque atteint leur taille de marché sans risque de phytotoxicité. • Appliquer uniquement sur un substrat humide. Les substrats renfermant de l'écorce peuvent avoir besoin de doses plus élevées. Ne pas réutiliser les pots ni les plateaux ayant déjà contenu des plants ou du substrat traités avec Bonzi/Piccolo. • Quand l'application de Piccolo se fait par le réseau de sub-irrigation, réduire les doses de 25–50 %.

Fascination (1,8 % de benzyladénine, BA, et 1,8 % de gibbérellines, GA_{4+7})	
Cultures	Lis de Pâques et lis hybrides asiatiques, orientaux et asiflorum
Concentration de la matière active	25–100 ppm de benzyladénine et GA_{4+7}
Dose	25 ppm = 1,4 mL/L de bouillie 100 ppm = 5,6 mL/L de bouillie
Méthode d'application	• Lis de Pâques : Pulvériser à raison de 25-100 ppm sur les feuilles du bas, uniquement au stade du bouton visible, avant que les feuilles commencent à jaunir. • Lis hybrides asiatiques, orientaux et asiflorum : Pulvériser à raison de 50-100 ppm sur toute la plante, quand les boutons sont entièrement formés, une journée avant le transfert en chambre froide destiné à retarder la sénescence des fleurs. • Utiliser un pulvérisateur ordinaire à basse pression pour éviter un brouillard trop fin qui se déposerait sur les tiges et les feuilles immatures, ce qui pousserait la plante à s'allonger. Traiter à raison de 1,9 L de solution par 10 m² de surface de banquette, en veillant à bien recouvrir les feuilles du bas. Ne pas utiliser plus de 15 mL de bouillie par plante; autrement, le produit excédentaire qui tomberait sur le substrat pourrait également pousser la plante à s'allonger. Le produit n'étant pas systémique, seules les feuilles qui ont été en contact avec la solution seront protégées du jaunissement.
Moment de l'application	Traiter au stade du bouton visible, ou juste avant l'envoi en chambre froide.
Remarques	• Les plantes ne réagissent pas toutes de la même façon au traitement à cause de différences dans leur structure, leur surface foliaire et l'orientation de leurs feuilles. Traiter dans la matinée ou à la fin de l'après-midi, quand les plants ne souffrent pas de stress. • Éviter que le produit entre en contact avec des feuilles immatures, sous peine de provoquer une élongation des tiges non recherchée.

Tableau 10–4. Mode d'emploi des régulateurs de croissance des plantes (suite)

	Sumagic (0,055 % d'uniconazole-P)
Cultures	Plantes à massif, chrysanthème, lis de Pâques, géranium à feuilles zonées et géranium de semis, poinsettia
Concentration de la matière active	*Plantes à massif :* 1–30 ppm *Chrysanthème :* 5–10 ppm *Lis de Pâques :* 3–30 ppm *Géranium :* 2–4 ppm (de semis); 2–8 ppm (à feuilles zonées) *Poinsettia :* 2–8 ppm
Dose	1 ppm = 1,8 mL/L de bouillie 2 ppm = 3,6 mL/L de bouillie 10 ppm = 18 mL/L de bouillie
Méthode d'application	• Application foliaire (selon le stade de croissance, utiliser 1–2 L/10 m^2 de surface de banquettes). • Pour un résultat optimal, traiter de préférence à basse pression et en produisant des gouttelettes suffisamment grosses.
Moment de l'application	• *Plantes à massif :* Varie selon l'espèce à traiter. Lire attentivement l'étiquette. On fait habituellement la première pulvérisation lorsque les semis ont 2,5–3,0 cm de hauteur. • *Chrysanthème* : Appliquer 7–14 jours après le pincement lorsque la longueur des entre-nœuds est de 3,8–5,0 cm. On peut traiter une deuxième fois 7–21 jours plus tard, pour réduire encore davantage la croissance. • *Lis de Pâques :* Faire le traitement lorsque les pousses font 7,5 cm de long. Laisser passer au moins 2 semaines entre les traitements et éviter de traiter tard dans la saison. • *Géranium : (de semis)* Traiter quand les plants atteignent 5–16 cm de haut; *(à feuilles zonées)* Traiter les boutures quand elles sont bien enracinées. • *Poinsettia :* Appliquer lorsque les entre-nœuds mesurent 3,5–5,0 cm de long (environ 10–14 jours après le pincement). On peut faire deux autres traitements au maximum, à 7 jours d'intervalle, jusqu'à ce qu'on obtienne les caractéristiques de croissance souhaitées. Ne pas traiter après le début de la formation des bractées.
Remarques	• La réaction des plantes au Sumagic est fortement influencée par des facteurs culturaux et environnementaux comme le substrat, la gestion de l'eau et de la fertilisation, la température, l'éclairement, la structure de la serre et différentes pratiques culturales. Faire d'abord un essai sur un petit nombre de plants à la dose la plus faible recommandée. Il se peut qu'il faille réduire les doses lorsque les températures sont plus fraîches. • *Plantes à massif :* Utiliser la dose la plus faible recommandée. Vérifier d'abord la réaction de chaque espèce et cultivar sur un groupe restreint de plants conformément aux directives portées par l'étiquette. • *Chrysanthème :* Deux applications à demi-dose peuvent avoir plus d'effet qu'une seule application à pleine dose. • *Lis de Pâques :* Un traitement avec Sumagic peut réduire les besoins en eau du lis de Pâques. Éviter les applications tardives. Sous les conditions qui règnent en Ontario, la dose de 2–3 ppm semble convenable sous réserve d'un maximum de trois applications par saison de croissance. • *Poinsettia :* Le traitement peut entraîner une légère réduction de la taille et du diamètre des bractées; il peut retarder la floraison s'il est effectué quand les plants sont déjà en régime jours courts.

	EthylBloc Technology (0,14 % de 1-méthylcyclopropène)
Cultures	Homologué pour utilisation après la récolte sur les fleurs coupées, les fleurs en pots et les plantes à feuillage décoratif pour les protéger des effets de l'éthylène.
Concentration de la matière active	• Appliquer 0,25 ou 0,5 g/m^3 selon le moment du traitement et la température d'entreposage. • Lire attentivement l'étiquette avant de choisir le taux d'application.
Méthode d'application	• Placer les emballages hydrosolubles EthylBloc Technology requis (selon le volume de l'aire de traitement) dans l'eau, quitter l'aire de traitement et fermer la pièce hermétiquement. En se dissolvant, les emballages hydrosolubles libèrent des vapeurs de 1-MCP dans des conditions d'entreposage au frais et à la température ambiante.
Moment de l'application	• Appliquer une seule fois sur les fleurs coupées, les fleurs en pots et les plantes à feuillage décoratif immédiatement après la récolte ou juste avant l'expédition.
Remarques	• La durée du traitement dépend de la température d'entreposage; il faut un minimum de 4 heures à 10–24 °C et de 8 heures à 2–10 °C. • Afficher un panneau d'interdiction d'accès sur toutes les entrées qui mènent à l'aire de traitement. Fermer les orifices de ventilation, mais laisser fonctionner le système de circulation d'air interne. Faire aérer 30 minutes avant de pénétrer dans l'aire de traitement.

11. Lutte contre les maladies et les ravageurs dans les serres

Ce chapitre est constitué de deux tableaux qui énumèrent les pesticides recommandés pour protéger les cultures florales de serre. Le tableau 11–1, *Pesticides recommandés — par nom commercial,* sur cette page, dresse une liste des produits homologués et indique pour chacun, les ennemis combattus et les cultures sur lesquelles le produit peut être utilisé. Les produits sont présentés dans la liste par ordre alphabétique de leur nom commercial. Quand plus d'un produit renferment la même matière active, ces produits sont regroupés, classés par ordre alphabétique et figurent dans la liste d'après la lettre commençant le nom du premier produit du groupe.

Le tableau 11–2, *Pesticides recommandés — par ennemi combattu,* p. 136, présente de façon détaillée les recommandations quant aux pesticides à utiliser pour combattre chaque ravageur ou maladie. En regard de chaque ennemi, une liste indique les produits homologués et les doses recommandées. **Les doses, souvent présentées sous forme de fourchettes, peuvent varier selon la culture. Avant d'utiliser un pesticide, toujours consulter l'étiquette pour confirmer les usages et les doses.** L'ordre dans lequel les produits sont énumérés dans ce tableau ne traduit aucun classement préférentiel. Toutefois, les produits ayant fait l'objet d'une homologation plus récente sont habituellement inscrits en début de liste. Le tableau précise aussi à la suite du nom du produit le groupe de mode d'action auquel ce produit appartient. La pertinence des groupes de mode d'action est expliquée plus en détail au chapitre 9, *Activité, toxicité et application des pesticides,* p. 111, ainsi qu'à l'annexe F, *Groupes de pesticides constitués en fonction du site ou du mode d'action,* p. 159. Le numéro du groupe de mode d'action est reproduit dans ce tableau pour faciliter la tâche aux producteurs qui souhaitent pratiquer une alternance entre les produits des différents groupes.

L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire évalue tous les pesticides et les classe en trois catégories selon qu'ils procurent une maîtrise (taux d'efficacité de 85–100 %), une maîtrise partielle (taux d'efficacité de 65–85 %) ou une réduction des dégâts (taux d'efficacité inférieur à 65 %). La colonne Remarques du tableau 11–2, *Pesticides recommandés — par ennemi combattu,* p. 136, indique si le produit ne procure qu'une maîtrise partielle. Il n'existe actuellement aucun produit homologué pour utilisation dans les cultures ornementales abritées qui appartienne à la catégorie de réduction des dégâts. Si le tableau ne renseigne pas sur le taux d'efficacité du produit, on peut supposer que le produit procure une maîtrise de l'ennemi combattu, en gardant à l'esprit toutefois que le taux d'efficacité peut varier d'une population à l'autre. Ainsi, un produit peut être beaucoup moins efficace contre une population y ayant développé une résistance.

Dans certaines conditions d'utilisation, de nombreux pesticides peuvent causer des réactions phytotoxiques. Lire attentivement l'étiquette et se reporter à la rubrique *Dégâts aux cultures florales (phytotoxicité)* du chapitre 9, p. 119.

Tableau 11–1. Pesticides recommandés — par nom commercial

Insecticides		
Nom commercial (matière active)	**Ravageurs**	**Cultures**
Ambush 50 EC, Pounce 384 EC (perméthrine)	*Duponchelia* (Pounce 384 seulement), aleurodes, mineuse du chrysanthème	Plantes ornementales de serre indiquées sur l'étiquette
Avid (abamectine)	Tétranyques, mineuses	Plantes ornementales de serre
BioProtec 3P, Dipel 2X DF, BioProtec CAF, Dipel WP, Thuricide HPC (*Bacillus thuringiensis kurstaki*)	Tordeuses, fausse-arpenteuse du chou, *Duponchelia* Tordeuses, fausse-arpenteuse du chou	Plantes ornementales de serre indiquées sur l'étiquette
Botanigard 22 WP, BotaniGard ES (*Beauveria bassiana*)	Pucerons, aleurodes, thrips	Plantes ornementales de serre
Citation (cyromazine)	Mineuses, mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides), mouches des rivages (éphydridés)	Plantes ornementales de serre

Tableau 11–1. Pesticides recommandés — par nom commercial (suite)

Insecticides

Nom commercial (matière active)	Ravageurs	Cultures
Confirm (tébufénozide)	Légionnaires, vers-gris, fausse-arpenteuse du chou, noctuelle verdoyante, tordeuses	Plantes ornementales de serre
DDVP 20% EC (dichlorvos)	Pucerons, aleurodes	Plantes ornementales de serre
DDVP fumigène (dichlorvos)	Pucerons, tétranyques, thrips des petits fruits, aleurodes, cochenilles farineuses	Plantes ornementales de serre
DeltaGard (deltaméthrine)	Thrips des petits fruits	Cultures florales de serre (chrysanthème, cinéraire, lis de Pâques, géranium)
Dibrom (naled)	Aleurodes, pucerons, tétranyques, tordeuses, cochenilles farineuses	Rosier, cultures de fleurs coupées
Dimilin (diflubenzuron)	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides), mouches des rivages (éphydridés)	Plantes ornementales de serre indiquées sur l'étiquette
Distance (pyriproxifène)	Aleurodes	Plantes ornementales de serre
Dursban T, Dursban WSP, Pyrate 480 (chlorpyrifos)	Thrips, aleurodes, cochenilles, cochenilles farineuses, cicadelles	Plantes ornementales de serre
Dyno-Mite (pyridabène)	Aleurodes, tétranyques	Plantes ornementales de serre
Endeavor (pymétrozine)	Maîtrise des pucerons, maîtrise partielle des aleurodes	Plantes ornementales de serre
Enstar II (kinoprène)	Aleurodes, pucerons	Plantes ornementales de serre
Floramite SC (bifénazate)	Tétranyque à deux points, tétranyque de Lewis	Plantes ornementales de serre
Forbid 240 SC (spiromésifène)	Acariens, aleurodes	Plantes ornementales de serre
Intercept 60 WP (imidaclopride)	Pucerons, aleurodes	Plantes ornementales de serre
Kelthane 50W (dicofol)	Acariens	Plantes ornementales de serre
Malathion 25W, Malathion 50, Malathion 500 E (malathion)	Pucerons, aleurodes, thrips, cochenilles farineuses, tétranyques	Chrysanthème, œillet, rosier, géranium, muflier
Orthene 75 SP (acéphate)	Pucerons, thrips, aleurodes, cécidomyie du rosier, tordeuses, cochenilles	Plantes ornementales de serre indiquées sur l'étiquette
Plantfume Nicotine Fumigène (nicotine)*	Pucerons, thrips, cécidomyie du rosier, cécidomyie du chrysanthème	Plantes ornementales de serre
Savons insecticides	Pucerons, aleurodes, tétranyques, cochenilles farineuses, cochenille des Hespérides	Plantes ornementales de serre
Shuttle 15 SC (acéquinocyl)	Tétranyques	Plantes ornementales de serre (autres que pour fleurs coupées)
Success 480 SC (spinosad)	Thrips des petits fruits	Plantes ornementales de serre
Thiodan 4EC, Thiodan 50WP, Thionex 50W, Thionex EC (endosulfan)	Pucerons, aleurodes, tarsonème du fraisier	Plantes ornementales de serre
Tristar 70 WSP (acétamipride)	Pucerons, cicadelles, aleurodes	Plantes ornementales de serre
Vectobac 600L (*Bacillus thuringiensis israelensis*)	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Plantes ornementales de serre
Vendex 50W	Tétranyques	Plantes ornementales de serre

* L'homologation de la nicotine est en cours d'élimination progressive. La vente au détail du produit se poursuivra jusqu'au 31 décembre 2011 et l'utilisation par les producteurs sera autorisée jusqu'au 31 décembre 2012.

Fongicides

Nom commercial (matière active)	Maladies	Cultures
Acrobat 50 WP (diméthomorphe)	Mildiou	Plantes ornementales de serre
Actinovate SP (*Streptomyces lydicus*)	Blanc	Gerbera
Aliette T&O (fosétyl-Al)	*Pythium, Phytophthora*	Plantes ornementales de serre
Botran 75W (diclorane)	*Botrytis*	Rosier, géranium, chrysanthème

Tableau 11–1. Pesticides recommandés — par nom commercial (suite)

Fongicides

Nom commercial (matière active)	Maladies	Cultures
Compass 50 WG (trifloxystrobine)	*Rhizoctonia*, blanc	Plantes ornementales de serre indiquées sur l'étiquette
Contans	*Sclerotinia*	Plantes ornementales de serre indiquées sur l'étiquette
Daconil 2787, Daconil Ultrex (chlorothalonil)	Diverses maladies foliaires (voir l'étiquette)	Diverses espèces à bulbes, plantes à fleurs et plantes vertes (voir l'étiquette)
Decree 50 WDG (fenhexamide)	*Botrytis*	Plantes ornementales de serre
Folpan 50 WP, 80 WDG (folpet)	Pourriture des racines due à *Pythium*	Poinsettia
Maestro 80 DF, SupraCaptan 80 WDG (captane)	Fonte des semis, pourritures des racines, taches foliaires (voir l'étiquette)	Rosier et autres fleurs de serre
Meltatox 40 EC (dodémorphacétate)	Blanc	Rosier
Milstop (bicarbonate de potassium)	Blanc	Diverses plantes ornementales de serre (voir l'étiquette)
Mycostop *(Streptomyces griseoviridis)*	*Fusarium, Pythium, Phytophthora*	Plantes ornementales de serre
No-Damp (benzoate d'oxine)**	Fonte des semis	Plantules et boutures de plantes ornementales
Nova 40 W (myclobutanil)	Rouilles, blanc	Géranium, poinsettia, rosier, gerbera, aster, chrysanthème
Phyton 27 (cuivre élémentaire)	Diverses maladies fongiques et bactériennes des feuilles (voir l'étiquette)	Diverses plantes, en pulvérisation foliaire, par trempage des boutures et traitement post-récolte (voir l'étiquette)
PreStop *(Gliocladium catenulatum)*	*Pythium, Phytophthora, Rhizoctonia, Botrytis*	Plantes ornementales de serre indiquées sur l'étiquette
Previcur N (chlorhydrate de propamocarbe)	*Pythium, Phytophthora*	Diverses plantes ornementales de serre (voir l'étiquette)
Quintozene 75 WP (quintozène)	*Rhizoctonia, Sclerotinia*	Diverses espèces ornementales et plantes à bulbe (voir l'étiquette)
Rhapsody ASO *(Bacillus subtilis)*	Blanc, *Botrytis*, taches foliaires	Diverses plantes ornementales de serre (voir l'étiquette)
Rootshield Drench, RootShield Granules *(Trichoderma harzianum)*	Maladies des racines causées par *Rhizoctonia, Pythium* et *Fusarium*	Plantes ornementales de serre
Rovral 50 WP, Rovral WDG (iprodione)	*Botrytis*, fonte des semis *(Rhizoctonia)*	Plantes ornementales
Senator 70 WP (thiophanate-méthyl)	*Rhizoctonia, Fusarium*, blanc, *Botrytis*, taches foliaires	Plantes ornementales de serre en pots
Subdue Maxx (métalaxyl)	*Pythium, Phytophthora*	Plantes ornementales de serre
Truban 30 WP, Truban 25 EC (étridiazole)	*Pythium, Phytophthora*	Diverses plantes à massif, plantes vertes, plantes cultivées en pots et sur couches (voir l'étiquette)

**Le titulaire d'homologation a cessé la production du produit No-Damp. Les producteurs peuvent utiliser le produit en leur possession en toute légalité jusqu'au 31 décembre 2011.

Autres pesticides

Nom commercial (matière active)	Ravageurs	Cultures
Deadline M-Ps (métaldéhyde)	Limaces	Plantes ornementales
Slug-Em (métaldéhyde)	Limaces	Plantes ornementales
Sluggo (phosphate ferrique)	Limaces	Plantes ornementales cultivées en serre et à l'extérieur, plants de pépinière

Tableau 11–2. Pesticides recommandés — par ennemi combattu

Insectes et acariens				
Ennemi	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action de l'IRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Aleurodes	Distance	7C	45 mL/100 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Forbid	23	30 mL/100 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre. Bien lire sur l'étiquette les précautions à prendre pour garantir l'innocuité du traitement.
	Intercept	4A	Bien lire l'étiquette	· Sert à traiter les cultures ornementales de serre par bassinage du sol. Les substrats à base de fibre de coco risquent de fixer la matière active, empêchant les plantes de l'assimiler.
	Tristar	4A	80–160 g (5–10 sachets hydrosolubles)	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Dyno-Mite 75 W	21A	284–425 g (10–15 sachets PVA)	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Enstar II	7A	25–75 mL/100 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	BotaniGard 22 WP BotaniGard ES	bio	250–500 g/400 L 0,5–1,0 L/400 L	· Ces produits sont des insecticides biologiques destinés à traiter des cultures ornementales de serre. Ils sont compatibles avec des programmes de lutte biologique.
	Savons insecticides		20 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Endeavor	9B	10–20 g/100 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre. Procure une maîtrise partielle des aleurodes.
	Thiodan 4 EC Thiodan 50 WP Thionex EC Thionex 50 W	2A	1,25–1,75 L 1,0–1,5 kg 1,25–1,75 L 1,0 kg	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	DDVP fumigène DDVP 20% EC	1B	1/300 m^3 6 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre. Employer le fumigène uniquement quand le feuillage est sec.
	Dursban WSP Dursban T Pyrate 480 SC	1B	448 g (4 sachets hydrosolubles) 500 mL 500 mL	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Malathion 25 W Malathion 50 EC	1B	2,5–5,0 kg 1,5 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Pounce 384 EC Ambush 50 EC	3A	26 mL/100 L 20 mL/100 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.

* Voir l'annexe F. *Groupes de pesticides constitués en fonction du site ou du mode d'action*, p. 159.

Tableau 11–2. Pesticides recommandés — par ennemi combattu (suite)

Insectes et acariens				
Ennemi	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action de l'IRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Chenilles (y compris tordeuses, fausse-arpenteuse du chou, vers-gris, légionnaire, *Duponchelia*)	Confirm 240 F	18	1,0 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre contre légionnaires, vers-gris, ver de l'épi du maïs, phalène de la vigne, fausse-arpenteuse du chou, noctuelle verdoyante, tordeuses.
	Dipel 2X DF	11	250 g/400 L	· Pour traiter les : rosiers contre les tordeuses; chrysanthèmes contre la fausse-arpenteuse du chou; cultures ornementales de serre contre les larves de *Duponchelia*.
	Dipel WP		1,25 kg	· Pour traiter les : rosiers contre les tordeuses; chrysanthèmes contre la fausse-arpenteuse du chou.
	Thuricide HPC		5 L	· Pour traiter les : rosiers contre les tordeuses; chrysanthèmes contre la fausse-arpenteuse du chou.
	BioProtec CAF		1,8 L	· Pour traiter les : rosiers contre les tordeuses; chrysanthèmes contre la fausse-arpenteuse du chou.
	BioProtec 3P		0,92 kg	· Pour traiter les : rosiers contre les tordeuses; chrysanthèmes contre la fausse-arpenteuse du chou; cultures ornementales de serre contre les larves de *Duponchelia*.
	Orthene 75 SP	1B	850 g	· Pour traiter les : rosiers contre les tordeuses; autres cultures ornementales indiquées sur l'étiquette contre les légionnaires et la noctuelle verdoyante.
	Dibrom	1B	10 mL/100 m^3 (vaporisation) 7–14 mL/100 m^2 (brumisation)	· Pour traiter les rosiers et cultures de fleurs coupées.
	Pounce 384 EC	3A	26 mL/100 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette contre les adultes de *Duponchelia*.
Cicadelles	Tristar 70 WSP	4A	80 g (5 sachets hydrosolubles)	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Orthene 75 SP	1B	637 g	· Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.
	Malathion 50 EC	1B	1,5 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Dursban WSP	1B	0,896 kg (8 sachets hydrosolubles)	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Dursban T		1,0 L	
	Pyrate 480 SC		1,0 L	
Cochenilles	Dursban WSP	1B	1,792 kg (16 sachets hydrosolubles)	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Dursban T		2,0 L	
	Pyrate 480 SC		2,0 L	
	Savons insecticides		20 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Orthene 75 SP	1B	637 g	· Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.
Cochenilles farineuses	DDVP fumigène	1B	1/300 m^3	· Pour traiter les cultures ornementales de serre. Employer uniquement quand le feuillage est sec.
	Malathion 25 W	1B	2,5–5,0 kg	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Malathion 50 EC		1,5 L	
	Dursban WSP	1B	224 g (2 sachets hydrosolubles)	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Dursban T		200 mL	
	Pyrate 480 SC		200 mL	

* Voir l'annexe F. *Groupes de pesticides constitués en fonction du site ou du mode d'action*, p. 159.

Tableau 11–2. Pesticides recommandés — par ennemi combattu (suite)

Insectes et acariens

Ennemi	Pesticide	Groupe de mode d'action de l'IRAC*	Quantité/1 000 L (sauf mention différente)	Cultures/Remarques
Mineuses	Avid 1,9 EC	6	600 mL	· Pour traiter les cultures ornementales de serre contre les larves des mineuses.
	Citation 75 WP	17	188 g	· Pour traiter les cultures ornementales de serre contre les larves des mineuses.
	Pounce 384 EC Ambush 50 EC	3A	26 mL/100 L 20 mL/100 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.
Mouches des rivages	Citation 75 WP	17	133 g	· Appliquer par bassinage du sol pour traiter les cultures ornementales de serre contre les larves.
	Dimilin 25 WP	15	18–150 g	· Pour traiter les cultures ornementales de serre, sauf le bégonia Rieger, l'hibiscus et le poinsettia. Appliquer par bassinage du sol pour traiter contre les larves.
Mouches des terreaux	Citation 75 WP	17	133 g	· Appliquer par bassinage du sol pour traiter les cultures ornementales de serre contre les larves.
	Dimilin 25 WP	15	18–150 g	· Pour traiter les cultures ornementales de serre, sauf le bégonia Rieger, l'hibiscus et le poinsettia. Appliquer par bassinage du sol pour traiter contre les larves.
	Vectobac 600L	11	4–8 L	· Appliquer par bassinage du sol pour traiter les cultures ornementales de serre contre les larves.
Pucerons (y compris le puceron du bulbe de la tulipe)	Intercept	4A	Bien lire l'étiquette	· Sert à traiter les cultures ornementales de serre par bassinage du sol. Les substrats à base de fibre de coco risquent de fixer la matière active, empêchant les plantes de l'assimiler.
	Tristar	4A	48 g (3 sachets hydrosolubles)	· Pour le traitement des cultures ornementales de serre par pulvérisation foliaire.
	Endeavor	9B	10–20 g/100 L	· Pour le traitement des cultures ornementales de serre par pulvérisation foliaire. Ne pas dépasser 2 applications/cycle cultural. Endeavor est compatible avec de nombreux agents de lutte biologique.
	Enstar II	7A	25–75 mL/100 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	BotaniGard 22 WP BotaniGard ES	bio	250–500 g/400 L 0,5–1,0 L/400 L	· Ces produits sont des insecticides biologiques destinés à traiter des cultures ornementales de serre. BotaniGard est compatible avec des programmes de lutte biologique.
	Savons insecticides		20 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Thiodan 4 EC Thiodan 50 WP Thionex EC Thionex 50 W	2A	1,25–1,75 L 1,0–1,5 kg 1,25–1,75 L 1,0 kg	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	DDVP fumigène DDVP 20% EC	1B	1/300 m^3 6 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre. Employer le fumigène uniquement quand le feuillage est sec.
	Malathion 25 W Malathion 50 Malathion 500 E	1B	2,5–5,0 kg 1,5 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Nicotine fumigène	4B	1/300 m^3	· Pour traiter les cultures ornementales de serre. Voir la note au bas du tableau 11–1, p. 134.
	Dibrom	1B	10 mL/100 m^3	· Pour traiter les rosiers et cultures de fleurs coupées.
	Orthene 75 SP	1B	637 g	· Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.

* Voir l'annexe F. *Groupes de pesticides constitués en fonction du site ou du mode d'action*, p. 159.

Tableau 11–2. Pesticides recommandés — par ennemi combattu (suite)

Insectes et acariens

Ennemi	Pesticide	Groupe de mode d'action de l'IRAC*	Quantité/1 000 L (sauf mention différente)	Cultures/Remarques
Scarabée japonais	Intercept 60 WP	4A	Bien lire l'étiquette	• Pour traiter les plantes ornementales cultivées en contenants qui nécessitent un traitement avant l'expédition conformément à la directive D-96-15 de l'ACIA.
	Dursban T Dursban Turf	1B	4,5 L	• Pour traiter les plantes ornementales cultivées en contenants qui nécessitent un traitement avant l'expédition conformément à la directive D-96-15 de l'ACIA. Bien lire l'étiquette.
Tarsonème du fraisier	Kelthane 50 W	3	525–700 g	• Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Thiodan 4 EC Thiodan 50 WP Thionex EC Thionex 50 W	2A	1,25–1,75 L 1,0–1,5 kg 1,25–1,75 L 1,0 kg	• Pour traiter les cultures ornementales de serre.
Tétranyque à deux points	Shuttle 15 SC	20B	0,21–0,46 L/500 L	• Pour traiter les cultures de serre autres que les cultures de fleurs coupées.
	Forbid 240 SC	23	30 mL/100 L	• Pour traiter les cultures ornementales de serre. Bien lire sur l'étiquette les précautions à prendre pour garantir l'innocuité du traitement.
	Floramite SC	25	133 mL/400 L	• Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Avid 1,9 EC	6	300 mL	• Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Dyno-Mite 75 W	21A	142–284 g (5–10 sachets PVA)	• Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Vendex 50 W	12B	50–100 g/100 L	• S'abstenir de pulvériser ce produit quand les plants sont soumis à un stress (p. ex., plants nouvellement repiqués) ou quand les températures dépassent 32 °C.
	DDVP fumigène	1B	1/300 m^3	• Pour traiter les cultures ornementales de serre. Employer uniquement quand le feuillage est sec.
	Kelthane 50 W	3	525–700 g	• Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Savons insecticides		20 L	• Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Malathion 25 W Malathion 50 EC	1B	2,5–5,0 kg 1,5 L	• Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Orthene 75 SP	1B	637 g	• Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.
	Dibrom	1B	10 mL/100 m^3	• Pour traiter les rosiers et cultures de fleurs coupées.

* Voir l'annexe F. *Groupes de pesticides constitués en fonction du site ou du mode d'action*, p. 159.

Tableau 11–2. Pesticides recommandés — par ennemi combattu (suite)

Insectes et acariens

Ennemi	Pesticide	Groupe de mode d'action de l'IRAC*	Quantité/1 000 L (sauf mention différente)	Cultures/Remarques
Thrips	Success 480 SC	5	50 mL	· Pour traiter les cultures ornementales de serre. Des cas de résistance à ce produit ont été signalés chez les thrips des petits fruits.
	DDVP fumigène	1B	1/300 m³	· Pour traiter les cultures ornementales de serre. Employer uniquement quand le feuillage est sec.
	BotaniGard 22 WP BotaniGard ES	bio	250–500 g/400 L 0,5–1,0 L/400 L	· Ces produits sont des insecticides biologiques destinés à traiter des cultures ornementales de serre. Ils sont compatibles avec des programmes de lutte biologique.
	Nicotine fumigène	4B	1/300 m³	· Pour traiter les cultures ornementales de serre. Employer uniquement quand le feuillage est sec. Voir la note au bas du tableau 11–1, p. 134.
	Malathion 25 W Malathion 50 EC	1B	2,5–5,0 kg 1,5 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Dursban WSP Dursban T Pyrate 480 SC	1B	448 g (4 sachets hydrosolubles) 500 mL 500 mL	· Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	DeltaGard SC	3A	0,35–0,5 L	· Pour traiter les chrysanthèmes, cinéraires, lis de Pâques et géraniums.
	Orthene 75 SP	1B	850 g	· Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.

* Voir l'annexe F. *Groupes de pesticides constitués en fonction du site ou du mode d'action*, p. 159.

Maladies

Maladie	Pesticide	Groupe de mode d'action du FRAC*	Quantité/1 000 L (sauf mention différente)	Cultures/Remarques
Blanc	Nova 40 W	3	340 g	· Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.
	Phyton 27	M1	125–250 mL/100 L	· Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.
	Actinovate SP	NC	170 g/380 L	· Appliquer au repiquage pour une maîtrise partielle du blanc dans la culture du gerbera. Bien lire l'étiquette.
	Milstop	NC	2,8–5,6 kg/ha	· Procure une maîtrise ou maîtrise partielle du blanc dans les cultures ornementales de serre et une maîtrise partielle du blanc dans les cultures de plantes à massif pratiquées à l'extérieur.
	Rhapsody ASO	44	1–2 L/100 L	· Procure une maîtrise partielle du blanc dans les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.
	Senator	1	500–850 g	· Bien lire l'étiquette pour connaître les doses applicables aux différentes cultures.
	Meltatox 40 EC	5	2,5 L	· Destiné à traiter uniquement les rosiers.

* Voir l'annexe F, *Groupes de pesticides constitués en fonction du site ou du mode d'action*, p. 159.
NC = Non classé

Tableau 11–2. Pesticides recommandés — par ennemi combattu (suite)

Maladies				
Maladie	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action du FRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Botrytis	Decree 50 WDG	17	1,12 kg	• Pour traiter les cultures ornementales de serre à l'aide matériel de pulvérisation à volume élevé ou à bas volume à raison de 1,12 kg/ha.
	Daconil 2787 Daconil Ultrex	M5	2,5 L 1,5 kg	• Pour traiter les diverses espèces à bulbes, plantes à fleurs et plantes vertes indiquées sur l'étiquette.
	Rovral 50 WP	2	1,0 kg	• Pour traiter les cultures ornementales de serre.
	Botran 75 WP	14	925 g 1,75 kg	• Dose destinée à traiter les rosiers, géraniums et chrysanthèmes par pulvérisation foliaire. • Dose destinée au traitement des rosiers et des hortensias. Appliquer avant de déterrer les plants pour l'expédition ou l'entreposage; Traiter les plants entreposés par trempage ou par pulvérisation.
	Senator 70 WP	1	650–850 g	• Pour traiter les plantes ornementales en contenants.
	PreStop	NC	100–200 g/20 L	• Mélanger et appliquer selon le mode d'emploi pour traiter des cultures ornementales de serre. Ce produit procure une maîtrise partielle de la maladie.
	Maestro 80 DF Supra-Captan 80 WDG	M4	1,2–1,5 kg 1,2–1,5 kg	• Pour traiter les cultures ornementales indiquées sur l'étiquette. Bien lire l'étiquette.
	Rhapsody ASO	44	1–2 L/100 L	• Procure une maîtrise partielle de la maladie chez les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.
	Phyton 27	M1	100–250 mL/100 L (pulvérisation foliaire) 0,2–1,0 mL/L (trempage des fleurs coupées)	• Dose destinée au traitement des cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette. • Dose destinée au traitement par trempage des fleurs coupées après la cueillette (voir l'étiquette).
Erwinia	Phyton 27	M1	150–250 mL/100 L	• Destiné au trempage des boutures de poinsettia.
Fusarium	Senator 70 WP	1	650–850 g	• Pour traiter les plantes ornementales en contenants.
	Mycostop	NC	Bien lire l'étiquette pour connaître les doses.	• Produit employé comme traitement des semences, traitement par bassinage du sol ou pulvérisation foliaire pour une maîtrise partielle de *Fusarium* dans les cultures ornementales de serre. Respecter rigoureusement le mode d'emploi indiqué sur l'étiquette.
	RootShield	NC	30–45 g/100 L	• Appliquer au mélange d'empotage ou par bassinage du sol pour une maîtrise partielle de la maladie dans les cultures ornementales de serre.
Mildiou	Acrobat 50 WP	40	48 g/100 L	• Pour traiter les cultures ornementales de serre. Ne pas appliquer sur des cultures de fleurs coupées pratiquées en serre.

* Voir l'annexe F, *Groupes de pesticides constitués en fonction du site ou du mode d'action*, p. 159.
NC = Non classé

Tableau 11–2. Pesticides recommandés — par ennemi combattu (suite)

Maladies				
Maladie	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action du FRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Pourritures des racines et des tiges causées par *Rhizoctonia*	Compass 50 WG	11	3,8 g/100 L	• Traiter les cultures ornementales de serre par bassinage du sol au moment du semis, de l'enracinement des boutures ou à la transplantation pour maîtriser *Rhizoctonia*.
	Quintozene	14	1,0–1,25 kg/100 m²	• Dose destinée au traitement des cultures ornementales indiquées sur l'étiquette. Incorporer cette dose dans les 5 premiers cm de sol ou appliquer par bassinage du sol.
			1 kg/10 L	• Dose destinée au trempage des bulbes.
	Senator 70 WP	1	650–850 g	• Appliquer par bassinage du sol ou par pulvérisation dirigée vers le substrat pour traiter les plantes ornementales de serre cultivées en contenants.
	Maestro 80 DF, Supra-Captan 80WDG	M4	3–6 g/L	• Dose pour trempage des boutures dans les cultures indiquées sur l'étiquette.
			1,25 kg	• Dose pour traitement par bassinage du sol des planches de culture.
			3,75–9,5 kg	• Dose pour trempage des bulbes dans les cultures indiquées sur l'étiquette.
	PreStop	NC	100–200 g/20 L	• Appliquer ce produit selon le mode d'emploi en l'incorporant au substrat ou par bassinage du sol. Procure une maîtrise partielle de *Rhizoctonia*. Respecter rigoureusement le mode d'emploi indiqué sur l'étiquette.
	RootShield Drench	NC	30–45 g/100 L	• Dose pour mélange d'empotage ou traitement par bassinage du sol pour une maîtrise partielle de *Rhizoctonia* dans les cultures ornementales de serre.
	RootShield Granules		60 g/L (trempage des bulbes)	• Dose pour trempage des bulbes.
			600–750 g/m³	• Dose à incorporer au substrat pour une maîtrise partielle de *Rhizoctonia* dans les cultures ornementales de serre.
				• Bien lire l'étiquette.
	No-Damp	M2	10 L	• Pour traiter les cultures ornementales de serre contre la fonte des semis. Voir la note au bas du tableau 11–1, p. 135.

* Voir l'annexe F, *Groupes de pesticides constitués en fonction du site ou du mode d'action*, p. 159.
NC = Non classé

Tableau 11–2. Pesticides recommandés — par ennemi combattu (suite)

Maladies				
Maladie	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action du FRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Pourritures des racines et du collet causées par *Pythium et Phytophthora*	Previcur N	28	1,5 mL/L	• Pour traiter les cultures ornementales de serre contre *Pythium*, appliquer par bassinage du sol à raison de 100 mL/pot de 10 cm. • Contre *Phytophthora*, appliquer 4,9 L de solution mélangée/m^2 de surface. • Veiller à ne pas mouiller le feuillage.
	Subdue Maxx	4	5 mL/m^3 24–40 mL	• Incorporer cette dose au substrat au moment du semis et au repiquage. • Traiter les plantes à massif indiquées sur l'étiquette en appliquant cette dose par bassinage du sol. La dose supérieure peut être utilisée sur les cultures de gloxinia, mais elle peut donner lieu à des réactions de phytotoxicité.
	Truban 25 EC	14	90–115 mL/380 L 115–240 mL	• Dose à mélanger à 380 L d'eau/75 m^2 de surface pour le traitement par bassinage du sol des plantes à massif. • Dose pour le traitement par bassinage du sol des plantes vertes et des plantes en contenants indiquées sur l'étiquette.
	Truban 30 WP		150–225 g/600 L 225–900 g/1 200 L 55–110 g/m^3	• Dose pour le traitement des plantes à massif par bassinage du sol. • Dose pour le traitement par bassinage du sol des plantes vertes et des plantes en contenants indiquées sur l'étiquette. • Dose à incorporer au substrat sec.
	Aliette T&O	33	2,8 kg 360 g/380 L	• Dose pour le traitement foliaire des cultures ornementales de serre. • Dose pour le traitement par bassinage du sol des plantes à massif. • D'une grande efficacité contre *Phytophthora*.
	RootShield Drench RootShield Granules	NC	30–45 g/100 L 600–750 g/m^3	• Dose pour mélange d'empotage ou traitement par bassinage du sol procurant une maîtrise partielle de *Pythium* dans les cultures ornementales de serre. • Dose à incorporer au substrat pour une maîtrise partielle de *Pythium* dans les cultures ornementales de serre. Bien lire l'étiquette.
	PreStop	NC	100–200 g/20 L	• Pour une maîtrise partielle de *Pythium*, appliquer selon le mode d'emploi au substrat ou par bassinage du sol. Respecter rigoureusement le mode d'emploi indiqué sur l'étiquette.
	Biofongicide Mycostop	NC	Bien lire l'étiquette pour connaître les doses.	• Produit employé comme traitement des semences, traitement par bassinage du sol ou pulvérisation foliaire pour une maîtrise partielle de *Pythium* et de *Phytophthora* dans les cultures ornementales de serre. Respecter rigoureusement le mode d'emploi indiqué sur l'étiquette.
	Folpan 50 WP Folpan 80 WDG	M4	2,0–2,25 kg 1,25–1,4 kg	• Appliquer au semis pour maîtriser *Pythium* dans les poinsettias.
Rouille	Nova 40 W	3	250–540 g	• Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette. Bien lire l'étiquette pour connaître les doses applicables aux différentes cultures.
	Daconil 2787 Daconil Ultrex	M5	2,5 kg 1,5 kg	• Pour traiter les cultures ornementales de serre indiquées sur l'étiquette.

* Voir l'annexe F, *Groupes de pesticides constitués en fonction du site ou du mode d'action*, p. 159.
NC = Non classé

Tableau 11–2. Pesticides recommandés — par ennemi combattu (suite)

Maladies				
Maladie	**Pesticide**	**Groupe de mode d'action du FRAC***	**Quantité/1 000 L (sauf mention différente)**	**Cultures/Remarques**
Taches foliaires (dont *Alternaria*, anthracnose, *Ascochyta*, *Cercospora*, *Septoria*, tache noire du rosier)	Maestro 80 DF Supra Captan 80 WDG	M4	1,2–1,5 kg 1,2–1,5 kg	· Bien lire l'étiquette pour la liste des cultures et des maladies.
	Daconil 2787 Daconil Ultrex	M5	2,5 L 1,5 kg	· Bien lire l'étiquette pour la liste des cultures et des maladies.
	Senator 70 WP	1	500–850 g	· Bien lire l'étiquette pour connaître les doses applicables aux différentes cultures.
	Rhapsody ASO	44	1,0–2,0 L	· Bien lire l'étiquette pour la liste des cultures et des maladies.
	Folpan 80 WDG	M4	1,25 kg	· Pour traiter les œillets, tagètes, zinnias, chrysanthèmes, iris et mufliers contre les taches foliaires indiquées sur l'étiquette.

* Voir l'annexe F, *Groupes de pesticides constitués en fonction du site ou du mode d'action*, p. 159.
NC = Non classé

12. Phytoprotection des espèces herbacées d'ornement cultivées à l'extérieur

Lutte intégrée (LI) dans les cultures extérieures de plantes d'ornement (fleurs coupées de pleine terre, plantes vivaces et plantes en pot)

La LI dans les cultures extérieures de fleurs et de plantes d'ornement fait appel aux mêmes principes que la LI dans les cultures en serre. Elle comporte toutefois des différences.

Le dépistage demeure la pierre angulaire du programme de LI, mais, à l'extérieur, le recours aux plaquettes collantes jaunes perd de son efficacité pour surveiller les populations d'insectes, à cause de la poussière et des débris soulevés par le vent qui viennent s'y accumuler. L'inspection régulière des cultures devient donc indispensable pour détecter précocement tout début de problème. Comme chez les espèces cultivées en serre, la sensibilité aux maladies et aux insectes varie considérablement selon les espèces et les cultivars. Une fois ces différences connues, on peut faire des inspections beaucoup plus efficaces en ciblant les cultures chez lesquelles le risque d'attaque par des ravageurs ou des maladies est le plus élevé.

En production de plein air, on est impuissant devant les conditions météorologiques. Or, le risque de voir apparaître des foyers de maladies croît lorsqu'un temps humide et frais persiste. Des infestations d'insectes nuisibles peuvent se déclarer soudainement, de façon imprévue, si des vents forts apportent dans la culture des insectes venus d'ailleurs. Cela étant dit, jamais les ravageurs ne trouveront en plein air des conditions aussi parfaites pour leur développement que dans une serre. La variabilité des conditions météorologiques, par exemple la pluie et des nuits fraîches ou froides, peut ralentir leur développement, ce qui n'arrive pas dans une serre.

Les options offertes par la lutte biologique dans l'espace clos d'une serre ne sont pas toujours applicables aux cultures extérieures. Par exemple, dehors, rien n'oblige les insectes volants tels que les guêpes parasites à limiter leur activité à la culture dans laquelle ils sont lâchés. Il est possible que les acariens prédateurs (qui ne volent pas) soient d'une certaine utilité, mais jusqu'ici peu d'expériences ont été menées à leur sujet.

L'emploi de pesticides en plein air suppose également des raisonnements différents. Les produits homologués pour usage sur les plantes d'ornement en serre ne sont pas forcément homologués sur ces mêmes espèces quand elles sont cultivées en plein air. Pour plus d'information, voir le tableau 12–1, *Insecticides/acaricides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada*, p. 146, le tableau 12–2, *Fongicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada*, p. 147, et le tableau 12–3, *Autres pesticides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada*, p. 147. Il faut se préoccuper de la dérive possible des embruns de pesticides vers des zones non ciblées, tenir compte de la proximité des cours d'eau et étangs, et éviter d'intoxiquer des organismes non ciblés, comme les abeilles mellifères.

Tableau 12–1. Insecticides/acaricides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada

Insecticides	Ravageurs	Cultures
Apollo (clofentézine)	Tétranyques à deux points	Matériel de pépinière d'espèces à feuilles caduques cultivées à l'extérieur
Cygon 480, Lagon 480 (diméthoate)	Divers insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
*Diazinon 500 E, Diazol 50 W, Diazol 50 EC, Diazinon 50 W, Diazinon 500 EC (diazinon)	Divers insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Diverses plantes d'ornement (voir l'étiquette)
Dibrom (naled)	Pucerons, cicadelles, tétranyques, autres ennemis mentionnés sur l'étiquette	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Dipel WP, Dipel 2DF, BioProtec CAF *(Bacillus thuringiensis kurstaki)*	Chenilles mentionnées sur l'étiquette	Arbres d'ombre et d'ornement
Dursban WSP, Dursban T, Pyrate 480 EC, Dursban Turf (chlorpyrifos)	Divers insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Dyno-Mite (pyridabène)	Divers acariens nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Endeavor 50 WG (pymétrozine)	Pucerons	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Forbid 240 EC (spiromésifène)	Tétranyque à deux points, tarsonème trapu, aleurode	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Imidan 50 WP (phosmet)	Arpenteuse de l'orme, spongieuse, scarabée japonais	Plantes herbacées cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Intercept 60 WP (imidaclopride)	Hanneton européen, scarabée japonais	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Kelthane 50 W (dicofol)	Acariens	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Landscape oil (huile minérale)	Divers insectes et acariens nuisibles	Cultures d'ornement indiquées sur l'étiquette
Malathion 50, Malathion 25 W, Malathion 50 E (malathion)	Divers insectes et acariens nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement; fleurs, arbustes et arbres
Met52 (*Metarhizium anisopliae*, souche F52)	Otiorhynque de la vigne, charançon de la racine du fraisier	Plantes d'ornement cultivées en contenants
Orthene (acéphate)	Pucerons, chenilles, punaises réticulées, cicadelles, psylles, cécidomyie du rosier, thrips, aleurode, cochenilles farineuses, cochenilles, tétranyques	Fleurs et plantes d'ornement cultivées à l'extérieur, arbustes, arbres, rosiers
Savon insecticide (sels de potassium d'acides gras)	Divers insectes et acariens nuisibles (voir l'étiquette)	Fleurs et plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Sevin (carbaryl)	Divers insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Diverses plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Shuttle 15 SC (acéquinocyl)	Tétranyques	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Success 480 SC (spinosad)	Thrips et autres insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Thiodan 50 WP, Thiodan 4 EC, Endosulfan 50 W, Endosulfan 400 E, Thionex EC (endosulfan)	Divers insectes et acariens nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Tristar 70 WSP (acétamipride)	Divers insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement et à fleurs

* L'ARLA exige l'abandon graduel des utilisations du diazinon sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (Décision de réévaluation RVD2009-18). Pour ces utilisations, les produits contenant du diazinon continueront d'être vendus jusqu'en mars 2012. Communiquer avec un spécialiste de la floriculture du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario pour plus de détails.

Tableau 12–2. Fongicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada

Fongicides	Maladies	Cultures
Acrobat 50 WP	Mildiou (maîtrise), *Phytophthora ramorum* (maîtrise partielle)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Aliette (fosétyl-Al)	Encre des chênes rouges *(Phytophthora ramorum)*	Pour une maîtrise partielle de la maladie
Banner Maxx (propiconazole)	Diverses maladies (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Botran 75 W (dichloran)	*Botrytis*	Rosiers, hortensias (cultivés à l'extérieur)
Compass 50 WG (trifloxystrobine)	Blanc, tavelure, *Rhizoctonia*	Diverses plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Daconil 2787, Daconil Ultrex (chlorthalonil)	Diverses maladies (voir l'étiquette)	Diverses cultures d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Decree 50 WDG (fenhexamide)	*Botrytis*	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Dithane DG (mancozèbe)	Diverses maladies foliaires (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement ligneuses (voir l'étiquette)
Folpan 50 WP, Folpan 80 WDG (folpet)	Diverses maladies foliaires et pourritures des racines et des tiges (voir l'étiquette)	Diverses plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Funginex 190 EC (triforine)	Tache noire du rosier, blanc	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Heritage (azoxystrobine)	Rouille de l'hémérocalle	Hémérocalles
Maestro 80 DF, Captan 80 WDG, Captan 50 W (captane)	Maladies foliaires, fonte des semis, pourriture des bulbes (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Milstop (bicarbonate de potassium)	Blanc	Procure une maîtrise partielle de la maladie sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur.
Nova 40 W (myclobutanil)	Rouilles, blanc, taches foliaires (voir étiquette)	Diverses plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Previcur N (chlorhydrate de propamocarbe)	*Pythium, Phytophthora*	Diverses plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Rhapsody ASO *(Bacillus subtilis)*	Maîtrise partielle du blanc, des taches foliaires, et des infections à *Botrytis, Rhizoctonia, Pythium, Phytophthora*	Diverses plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
RootShield *(Trichoderma harzianum)*	Maîtrise partielle de *Botrytis* et des maladies des racines	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Rovral, Rovral WDG (iprodione)	*Botrytis, Rhizoctonia*	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)
Senator 70 WP (thiophanate-méthyl)	Tache noire du rosier, blanc	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur
Subdue Maxx (métalaxyl)	*Pythium, Phytophthora* Maîtrise partielle de *Phytophthora ramorum*	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur

Tableau 12–3. Autres pesticides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada

Pesticides	Ravageurs	Cultures
Deadline M-Ps (métaldéhyde)	Limaces	Plantes d'ornement
SlugEm (métaldéhyde)	Limaces	Plants de pépinière
Sluggo (phosphate ferrique)	Limaces	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur, plants de pépinière

Lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures florales d'extérieur

L'autre différence de taille entre la production de fleurs et de cultures d'ornement en serre et à l'extérieur a trait à la lutte contre les mauvaises herbes. Les herbicides jouent un rôle beaucoup plus important dans les cultures pratiquées à l'extérieur que dans les cultures de serre.

Le succès d'un programme de lutte contre les mauvaises herbes passe par l'intégration des pratiques de lutte culturale et des pratiques de lutte chimique. Il est impossible de compter uniquement sur le désherbage chimique quand on cultive des fleurs en champ, à cause de la gamme restreinte des herbicides qui sont homologués pour ce type de cultures. On peut mettre en œuvre plusieurs moyens pour se prémunir contre les mauvaises herbes :

- Choisir un terrain aussi propre que possible au départ :

  – **Choisir des champs où la pression exercée par les mauvaises herbes est faible.** Les mauvaises herbes tenaces telles que des annuelles comme l'amarante, l'herbe à poux et le chénopode, ainsi que les vivaces compliquent les programmes de lutte contre les mauvaises herbes. Mettre en place un plan sur cinq ans pour réduire la densité des mauvaises herbes dans les plantations à venir.

  – **Pratiquer une rotation avec des cultures « nettoyantes » qui réduisent les populations d'adventices.** Par exemple, un blé d'automne semé l'année précédant la culture des fleurs rompt le cycle biologique des mauvaises herbes annuelles et permet d'employer des phytohormones (comme le 2,4-D) pour tuer les dicotylédones (mauvaises herbes à feuilles larges).

  – **Cultiver des espèces sur lesquelles de nombreux herbicides différents peuvent être utilisés.** Opter par exemple pour le maïs dans lequel l'usage d'herbicides permet de réduire le degré d'infestation avant de cultiver des fleurs. Éviter les herbicides rémanents qui peuvent compromettre le développement des cultures florales à venir.

- Préparer le terrain :

  – **Identifier les mauvaises herbes.** Repérer les adventices qui posent souvent problème dans les cultures florales d'extérieur : les espèces vivaces comme le chiendent, le liseron, la vesce, la vigne sauvage, la morelle vivace, le chardon, le lierre terrestre, l'épilobe et la bardane; les espèces bisannuelles comme le pissenlit, la carotte sauvage et l'armoise. Les mauvaises herbes annuelles d'hiver comme les laiterons, les vergerettes, les moutardes, les lépidies, la bourse-à-pasteur et la sagesse-des-chirurgiens peuvent également causer des problèmes parce qu'elles s'établissent à l'automne.

  – **Éradiquer les mauvaises herbes vivaces et bisannuelles.** Il est important d'identifier ces adventices tenaces et de les éliminer durant l'année qui précède la culture des fleurs, parce qu'elles sont très difficiles à combattre une fois le champ en culture. Appliquer des herbicides systémiques comme le glyphosate (p. ex., Roundup) contre les mauvaises herbes vivaces durant l'année précédente. Utiliser la dose d'herbicide recommandée pour tuer chaque espèce (soulignons que les doses recommandées sur l'étiquette sont plus élevées pour combattre des mauvaises herbes vivaces) et l'appliquer quand l'espèce est au stade de croissance où elle est le plus sensible. Pour appliquer du glyphosate, utiliser un pulvérisateur réservé à cet usage pour réduire le risque d'endommager les cultures. Des sarclages répétés sont également efficaces contre certaines plantes adventices vivaces (comme le liseron); par contre, il faut éviter que les sarcleuses entraînent les mauvaises herbes vers des zones propres du champ.

  – **Semer un engrais vert.** La culture d'une plante couvre-sol, telle que céréale, ray-grass vivace, millet à chandelle et hybride sorgho-soudan, l'année précédant la culture des fleurs, présente le double avantage d'étouffer les mauvaises herbes et d'améliorer la structure du sol. Pour désherber une culture d'engrais vert, les traitements herbicides doivent se faire à des moments clés : avant le semis (herbicides non sélectifs, p. ex., glyphosate ou Gramoxone); peu après l'établissement (herbicides à faible rémanence, p. ex., le 2,4-D, le bromoxynil, le dicamba); avant l'enfouissement. Éviter d'utiliser des herbicides qui laissent dans le sol des

résidus qui agiront encore la saison de végétation suivante (p. ex., Atrazine, simazine, Karmex).

- Éviter les mauvaises herbes durant les années de culture :

  – **Pratiquer la technique du lit de semence rassis.** Cette technique est utile pour les cultures semées ou plantées tard au printemps. Sarcler le champ le plus tôt possible (avril ou début mai) pour stimuler la germination des mauvaises herbes. Juste avant le semis ou la plantation, tuer les mauvaises herbes levées au moyen d'un herbicide (p. ex., glyphosate, Gramoxone), du flambage ou d'un traitement à la vapeur. Semer ou planter directement sans travailler le sol pour éviter de ramener à la surface de nouvelles graines de mauvaises herbes. Dans une culture semée, on peut faire au besoin un deuxième traitement herbicide (en prenant toutes les précautions nécessaires) juste avant qu'elle ne lève. Une plaque de verre déposée sur un sol fraîchement travaillé encourage la germination des mauvaises herbes et indique le moment où le second traitement herbicide peut être fait sans danger avant la levée de la culture.

  – **Entretenir le sol entre les rangs de culture.** Les intervalles entre les rangs de culture peuvent être désherbés par des sarclages, mais cela appauvrit le sol en matière organique. Au lieu de sarcler, on peut semer du gazon dans les interlignes pour empêcher les mauvaises herbes de s'y installer. Choisir un mélange de graminées peu exigeantes et tolérant la sécheresse, comme la fétuque rouge traçante ou le ray-grass vivace. Des tontes périodiques effectuées à temps peuvent empêcher les graminées de disséminer leurs graines dans la culture. L'engazonnement des entre-rangs oblige à faire davantage d'arrosages et/ou à augmenter la fertilisation azotée.

  – **Lutter contre les graines de mauvaises herbes.** Détruire les mauvaises herbes dans les bordures de champ et dans les zones voisines avant qu'elles ne montent à graines. Éliminer autant que possible les échappées de traitements qui poussent dans les cultures, par sarclage ou par brûlage chimique, avant qu'elles ne montent à graines. Des tontes régulières empêcheront les mauvaises herbes de fleurir. Prêter attention aux mauvaises herbes ramifiées à la base qui peuvent produire des fleurs assez basses pour échapper aux lames de la tondeuse; les arracher à la main.

- Utiliser plusieurs outils de désherbage :

  – **Sarclage.** En règle générale, le sarclage le plus efficace est celui qui est pratiqué quand les mauvaises herbes sont jeunes et que le sol se ressuie. Selon les mauvaises herbes à détruire, différents outils de sarclage sont efficaces à des moments différents. Les houes rotatives, les cultivateurs à dents rigides, les cages roulantes, les pulvériseurs rotatifs, les herses-étrilles et les cultivateurs à organes réglables passant entre les plants peuvent être efficaces dans les cultures florales. On peut obtenir un désherbage rapide et efficace en faisant de fréquents binages à la main quand les mauvaises herbes sont très jeunes.

  – **Buttage.** Le buttage régulier de certaines cultures en ligne comme le glaïeul est doublement utile parce qu'il soutient la base des plantes et détruit les mauvaises herbes. Il existe du matériel qui permet de ramener le sol vers les plants lors d'un passage et de l'en écarter au passage suivant si l'on ne veut pas de la butte.

  – **Fauchage.** Les petites tondeuses se manient facilement autour de nombreuses plantes pour raser la végétation indésirable. Le fauchage peut être très efficace pour prévenir la floraison et la fructification des mauvaises herbes. Par contre, il n'élimine pas la concurrence que leurs racines exercent à l'égard de l'eau. Une houe ou « fouet » à lame à deux tranchants ou un coupe-bordure à fil peut être très utile pour exécuter un fauchage sélectif. Il faut parfois débarrasser les lieux des inflorescences pour éviter la dissémination des graines après le fauchage.

  – **Brûlage à flamme directe.** Les brûleurs au propane qui produisent une flamme intense peuvent tuer très efficacement les mauvaises herbes. Étant donné que la vitesse d'avancement de ces appareils doit être de 5–10 km/heure pour éviter d'endommager la culture, il est nécessaire de planter la culture en lignes droites et d'aménager de larges zones pour les virages. Il existe aussi des brûleurs manuels; leur utilisation nécessite quand même un mouvement rapide de la flamme.

– **Paillis.** Une couche épaisse de paillis peut empêcher la germination des mauvaises herbes et aide à conserver l'humidité du sol. Étaler sur le sol un paillis exempt de mauvaises herbes après la mise en culture, mais avant la levée des mauvaises herbes. Pour cultiver des plantes florales de courte durée, poser sur le sol un film plastique et utiliser une planteuse qui installe les semences ou les plants à travers le plastique. Le plastique de couleur sombre est le plus efficace contre les mauvaises herbes, mais les autres couleurs peuvent être utiles pour d'autres usages. L'utilisation de plastique biodégradable dispense de la corvée du ramassage après la récolte. Le paillis organique, comme la paille ou les copeaux de bois fins, est également bon, mais à mesure que le paillis se décompose, il faut veiller à fournir assez d'azote aux plantes. À la fin de l'automne, ne pas étendre ce paillis trop près du pied des plants pour décourager l'activité des rongeurs pendant l'hiver. Les bâches à plat de pépinière peuvent être particulièrement utiles contre les mauvaises herbes quand on cultive des plants en pot à l'extérieur et pour les espèces florales vivaces qui poussent en touffes, parce que ce matériau est résistant, permet le drainage et n'est pas aussi glissant que le plastique. Les bâches à plat gardent le terrain exempt de mauvaises herbes, elles sont durables et faciles d'entretien. Comme les mauvaises herbes s'installent au bord de tous les paillis, un désherbage régulier sera nécessaire à ces endroits.

– **Herbicides.** Comme son nom l'indique, le tableau 12–4, *Herbicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada*, p. 151, énumère les herbicides qui ont été homologués au Canada pour les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur. Choisir un herbicide homologué pour utilisation sur la culture et l'appliquer conformément au mode d'emploi qui figure sur l'étiquette. Utiliser un pulvérisateur qui ne sert qu'à l'application des herbicides. Bien le marquer. Prendre soin de le nettoyer soigneusement après chaque utilisation avec un nettoyant de cuve spécialement conçu comme Agral 90. Les pulvérisateurs équipés de caches ou d'écrans protecteurs peuvent empêcher les herbicides d'atteindre les plantes cultivées; d'autres techniques visant à réduire la dérive des gouttelettes, comme les buses à admission d'air, peuvent aussi être utiles. Il existe aussi des appareils de type applicateur (manuels ou montés sur le tracteur ou un véhicule tout terrain) qui déposent directement l'herbicide concentré, comme le glyphosate, sur les adventices à éliminer. Des applicateurs sélectifs au goutte-à-goutte sont aussi offerts sur le marché pour les applications très ciblées qui se font à proximité de fleurs. Les traitements localisés peuvent être très efficaces quand il s'agit de traiter des zones restreintes nouvellement envahies. Pour un maximum de résultats avec le glyphosate, attendre jusqu'au stade de la floraison des adventices vivaces comme le chardon ou l'asclépiade. S'assurer de l'absence de fuites avant de commencer l'application, afin d'éviter que de la bouillie herbicide ne tombe sur la culture.

Remarque : Il est important d'alterner les groupes chimiques des herbicides utilisés (voir les groupes d'herbicides dans le tableau 12–4, *Herbicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada*), p. 151, pour réduire autant que possible l'accumulation de graines d'adventices échappant aux traitements, notamment les espèces qui tolèrent les triazines. Ne pas utiliser année après année des herbicides appartenant au même groupe; utiliser plutôt en alternance des produits appartenant à des groupes différents. L'alternance contribue aussi à éviter l'accumulation dans le sol de résidus chimiques susceptibles de causer des dommages à long terme aux cultures et éventuellement de nuire aux cultures suivantes.

Tableau 12–4. Herbicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada

Herbicides	Mauvaises herbes	Cultures	Groupe d'herbicides	Remarques
Basamid Granular (fumigant) (dazomet)	PRÉ Contre les mauvaises herbes en germination	Fleurs et plantes d'ornement cultivées à l'extérieur	27	• appliquer sur un sol exempt de mauvaises herbes • ne pas appliquer à moins de 6 °C • travailler le sol 5–7 jours après le traitement
Bonanza 400 Treflan EC Rival 500 EC (trifluraline)	PPI Contre les graminées et les dicotylédones annuelles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement ligneuses et plantes vivaces (voir l'étiquette)	3	• incorporer dans la couche superficielle du sol, par deux passages perpendiculaires, dans les 24 heures qui suivent le traitement • placer les racines des plants repiqués sous la couche traitée
Casoron – Herbicide en granules (dichlobénil)	Graminées annuelles, dicotylédones annuelles et certaines mauvaises herbes vivaces	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)	20	• combat les graminées et dicotylédones à la germination et au début de la croissance • appliquer quand la température est inférieure à 15 °C
Dacthal W75 (chlorthal-diméthyl)	PRÉ Contre diverses espèces dont chénopode blanc, digitaire, éragrostide, mollugine verticillée, panic capillaire, véronique, sétaire, stellaire moyenne (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)	3	• appliquer sur un sol exempt de mauvaises herbes • irriguer ou incorporer superficiellement dans les 3–5 jours s'il ne pleut pas
Devrinol 50 DF Devrinol 2 G Devrinol 10 G (napropamide)	PRÉ Mauvaises herbes (voir l'étiquette)	Fleurs et plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)	15	• appliquer sur un sol exempt de mauvaises herbes • il faut 1 cm de pluie ou d'irrigation dans les 7 jours qui suivent le traitement (au printemps ou en automne) ou dans les 2 jours qui suivent (en été) pour éviter que le produit soit dégradé par les rayons du soleil • très sûr pour les plants
Dual Magnum (s-métolachlore)	PRÉ ou début de POST Morelle, graminées annuelles et amarante réfléchie	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)	15	• appliquer une seule fois par année • utiliser au moins 150–200 l d'eau/ha
Gallery 75 DF (isoxabène)	PRÉ Dicotylédones	Plantes d'ornement en contenants (voir l'étiquette)	21	• appliquer de la fin de l'été au début de l'automne, au début du printemps avant la germination ou immédiatement après le travail du sol • ne pas dépasser un traitement par saison de croissance
Kerb 50 WSP (propyzamide)	PRÉ Chiendent, graminées annuelles, stellaire moyenne (voir l'étiquette)	Iris, pivoine, plantes couvre-sol (voir l'étiquette)	15	• appliquer sur un sol exempt de mauvaises herbes • agit le mieux dans un sol frais et humide
Roundup (glyphosate)	POST Agit contre un large spectre de mauvaises herbes (voir l'étiquette)	Avant la plantation ou le semis de toutes les cultures	9	• action systémique; éviter de toucher aux plants à garder • appliquer sur des plantes en croissance active aux stades où elles sont sensibles
Princep Nine-T Simadex, Simazine 480 (simazine)	PRÉ Différentes graminées annuelles et dicotylédones	Plantes d'ornement ligneuses et plants de pépinière (voir l'étiquette)	5	• appliquer sur un sol exempt de mauvaises herbes • des traitements consécutifs peuvent laisser dans le sol des résidus qui endommageraient les cultures suivantes • appliquer la dose inférieure dans les sols pauvres en matière organique
Venture L (fluazifop)	POST Graminées adventices (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement cultivées à l'extérieur (voir l'étiquette)	1	• appliquer sur des graminées en croissance active • attendre 5 jours avant de travailler le sol • faire un essai sur quelques plantes pour vérifier leur tolérance

PPI – en préplantation avec incorporation; PRÉ – en prélevée; POST – en postlevée (après la levée des mauvaises herbes)

13. Annexes

Annexe A. Conseillers en floriculture du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO)

Wayne Brown
Spécialiste en floriculture de serre, MAAARO
Vineland, Département de phytotechnie
Université de Guelph
Tél. : 905 562-4141, poste 179
Téléc. : 905 562-3413
Courriel : wayne.brown@ontario.ca

Graeme Murphy
Spécialiste de la LI – Floriculture de serre, MAAARO
Vineland, Département de phytotechnie
Université de Guelph
Tél. : 905 562-4141, poste 106
Téléc. : 905 562-3413
Courriel : graeme.murphy@ontario.ca

On trouvera la liste complète des conseillers et spécialistes du MAAARO sur le *site www.ontario.ca/cultures*.

Centre d'information agricole
Guichet unique offrant à la grandeur de la province, au moyen d'un numéro sans frais, de l'information technique et commerciale aux entreprises agricoles, agroalimentaires et rurales.
1, ch. Stone O.
Guelph (Ontario) N1G 4Y2
Tél. : 519 826-4047
Sans frais : 1 877 424-1300
Téléc. : 519 826-7610
Courriel : ag.info.omafra@ontario.ca

Annexe B. Ministère de l'Environnement de l'Ontario — Coordonnées des bureaux régionaux

RÉGION **Comté**	**Adresse**	**Téléphone/Télécopieur**
Centre Toronto, Halton, Peel, York, Durham	5775, rue Yonge, 8e étage Toronto (Ontario) M2M 4J1	Tél. : 416 326-6700 Sans frais : 1 800 810-8048 Téléc. : 416 325-2459
Centre-Ouest Haldimand-Norfolk, Niagara, Hamilton-Wentworth, Dufferin, Wellington, Waterloo, Brant	Édifice du gouvernement de l'Ontario 119, rue King O., 12e étage Hamilton (Ontario) L8P 4Y7	Tél. : 905 521-7640 Sans frais : 1 800 668-4557 Téléc. : 905 521-7820
Est Frontenac, Hastings, Lennox et Addington, Prince Edward, Leeds et Grenville, Prescott et Russell, Stormont/Dundas et Glengarry, Haliburton, Peterborough, Victoria, Northumberland, Renfrew, Ottawa-Carleton, Lanark, (Cantons d'Airy, de Murchison, de Dickens, de Lyell et de Sabine)	C.P. 22032 1259, ch. Gardiners, unité 3 Kingston (Ontario) K7M 8S5	Tél. : 613 549-4000 Sans frais : 1 800 267-0974 Téléc. : 613 548-6908
Sud-Ouest Elgin, Middlesex, Oxford, Essex, Kent, Lambton, Bruce, Grey, Huron, Perth, Simcoe	733, ch. Exeter, 2e étage London (Ontario) N6E 1L3	Tél. : 519 873-5000 Sans frais : 1 800 265-7672 Téléc. : 519 873-5020
Nord	Bureau régional et de district de Thunder Bay 435, rue James S., bur 331 Thunder Bay (Ontario) P7E 6S7	Tél. : 807 475-1205 Sans frais : 1 800 875-7772 Téléc. : 807 475-1754
	Bureau de district de Sudbury 199, rue Larch, bur. 1201 Sudbury (Ontario) P3E 5P9	Tél. : 705 564-3237 Sans frais : 1 800 890-8516 Téléc. : 705 564-4180
	Bureau de district de Timmins Ontario Government Complex C.P. 3080, autoroute 101 E. South Porcupine (Ontario) P0N 1H0	Tél. : 705 235-1500 Sans frais : 1 800 380-6615 Téléc. : 705 235-1520
Direction de l'élaboration des normes	Section des pesticides 40, av. St. Clair O., 7e étage Toronto (Ontario) M4V 1M2	Tél. : 416 327-5519 Téléc. : 416 327-2936
Autorisation des pesticides	Unité des permis — Pesticides 2, av. St. Clair O., étage 12A Toronto (Ontario) M4V 1L5	Tél. : 416 314-8001 Sans frais : 1 800 461-6290 Téléc. : 416 314-8452

Annexe C. Laboratoires de l'Ontario effectuant des analyses des tissus végétaux, des solutions nutritives et des substrats utilisés en serriculture

Appeler le laboratoire pour connaître les analyses offertes aux serriculteurs.

Nom du laboratoire	Adresse	Coordonnées	Personnes-ressources
A & L Canada Laboratories East Inc.	2136, ch. Jetstream London (Ontario) N5V 3P5	Tél. : 519 457-2575 Téléc. : 519 457-2664 Site Web : *www.alcanada.com* Courriel : aginfo@alcanada.com	Ian McLachlin Greg Patterson
Agri-Food Laboratories	503, ch. Imperial, unité 1 Guelph (Ontario) N1H 6T9	Tél. : 519 837-1600 Sans frais : 1 800 265-7175 Téléc. : 519 837-1242 Site Web : *www.agtest.com* Courriel : lab@agtest.com	Trish Kelly Jack Legg
Exova Accutest Laboratories	146, ch. Colonnade, unité 8 Ottawa (Ontario) K2E 7Y1	Tél. : 613 727-5692 Téléc. : 613 727-5222 Site Web : *www.exova.ca* Courriel : prénom.nomdefamille@exova.com	Rob Walker Lorna Wilson
Forest Resources and Soils Testing Laboratory	955, ch. Oliver, BB1005D Thunder Bay (Ontario) P7B 5E1	Tél. : 807 343-8639 Téléc. : 807 343-8116 Site Web : http://*lucas.lakeheadu.ca/forest/* Courriel : soilslab@lakehueadu.ca	Claire Riddell Joel Symonds
Stratford Agri Analysis Inc.	C.P. 760 1131, rue Erie Stratford (Ontario) N5A 6W1	Tél. : 519 273-4411 Sans frais : 1 800 323-9089 Téléc. : 519 273-4411 Site Web : *www.stratfordagri.ca* Courriel : saa@dacolabs.com	Keith Lemp Don MacPhail
Université de Guelph Services de laboratoire	Université de Guelph C.P. 3650, 95, ch. Stone O Guelph (Ontario) N1H 8J7	Tél. : 519 767-6226 Téléc. : 519 767-6240 Site Web : *www.uoguelph.ca/labserv/units/soil-nutrient/*	Nick Schrier

Annexe D. Autres ressources

Centres de recherches d'Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherches de l'Est sur les céréales et les oléagineux
960, av. Carling
Ottawa (Ontario) K1A 0C6
Tél. : 613 759-1952
Site Web : *www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1180546650582&lang=f*

Centre de recherches sur les cultures abritées et industrielles
2585, route de comté 20
Harrow (Ontario) N0R 1G0
Tél. : 519 738-2251
Site Web : *www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1180624240102&lang=f*

Centre de recherches du Sud sur la phytoprotection et les aliments
1391, rue Sandford
London (Ontario) N5V 4T3
Tél. : 519 457-1470
Site Web : *www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1180640801098&lang=f*

Ferme de recherches de Vineland
4902, av. Victoria N.
Vineland (Ontario) L0R 2E0
Tél. : 905 562-4113

Ferme de recherches de Delhi
C.P. 186, ch. Schafer
Delhi (Ontario) N4B 2W9
Tél. : 519 582-1950

Bureaux régionaux (Phytoprotection) de l'Agence canadienne d'inspection des aliments

www.inspection.gc.ca/francais/tocf.shtml

Belleville
345, rue College E.
Belleville (Ontario) K8N 5S7
Tél. : 613 969-3332

Brantford
625, ch. Park N., bur. 6
Brantford (Ontario) N3T 5L8
Tél. : 519 753-3478

Hamilton
709, rue Main O., bur. 101
Hamilton (Ontario) L8S 1A2
Tél. : 905 570-8265

London
1200, ch. Commissioners E., bur. 19
London (Ontario) N5Z 4R3
Tél. : 519 645-4021
Téléc. : 519-691-1315

Niagara Falls
C.P. 9, 350, rue Ontario, bur. 13
St. Catharines (Ontario) L2R 5L8
Tél. : 905 357-5981

District d'Ottawa
38, promenade Auriga, pièce 8
Ottawa (Ontario) K2E 8A5
Tél. : 613 274-7374, poste 221

Toronto
1124, av. Finch O., bur. 2
Downsview (Ontario) M3J 2E2
Tél. : 416 665-5055
Téléc. : 416 665-5069

Université de Guelph

Campus principal
Guelph (Ontario) N1G 2W1
Tél. : 519 824-4120
Site Web : *www.uoguelph.ca*

Collège d'Alfred
Alfred (Ontario) K0B 1A0
Tél. : 613 679-2218
Téléc. : 613 679-2423
Site Web : *www.alfredc.uoguelph.ca*

Collège de Kemptville
Kemptville (Ontario) K0G 1J0
Tél. : 613 258-8336
Téléc. : 613 258-8384
Site Web : *www.kemptvillec.uoguelph.ca*

Collège de Ridgetown
Ridgetown (Ontario) N0P 2C0
Tél. : 519 674-1500
Site Web : *www.ridgetownc.on.ca*

Département de phytotechnie
Site Web : *www.plant.uoguelph.ca*

Département de phytotechnie, Guelph
50, ch. Stone E.
Guelph (Ontario) N1G 2WI
Tél. : 519 824-4120, poste 56083
Téléc. : 519 763-8933

Département de phytotechnie, Simcoe
C.P. 587, 1283, ch. Blueline
Simcoe (Ontario) N3Y 4N5
Tél. : 519 426-7127
Téléc. : 519 426-1225

Département de phytotechnie, Vineland
C.P. 7000, 4890, av. Victoria N.
Vineland Station (Ontario) L0R 2E0
Tél. : 905 562-4141
Téléc. : 905 562-3413

Division des services de laboratoire
Site Web : *www.uoguelph.ca/labserv/*
Pesticides et microcontaminants
C.P. 3650, 95, ch. Stone O.,
Guelph (Ontario) N1H 8J7
Tél. : 519 767-6200
Clinique de diagnostic phytosanitaire
Tél. : 519 767-6256

Centre de recherche et d'innovation de Vineland

C.P. 4000, 4890, av. Victoria N.
Vineland Station (Ontario) L0R 2E0
Tél. : 905 562-0320
Téléc. : 905 562-0084
Site Web : *www.vinelandontario.ca*

Annexe E. Service de diagnostic

Les échantillons destinés au diagnostic de maladies, à l'identification d'insectes ou de mauvaises herbes ou au dépistage de nématodes ou du champignon *Verticillium* peuvent être expédiés à :

Clinique de diagnostic phytosanitaire
Division des services de laboratoire
Université de Guelph
95, ch. Stone O.
Guelph (Ontario) N1H 8J7
Tél. : 519 767-6256
Téléc. : 519 767-6240
Courriel : pdc@lsd.uoguelph.ca

Le paiement doit être joint aux échantillons envoyés au laboratoire. On peut se procurer les formulaires de demande d'analyse sur le site suivant : *www.labservices.uoguelph.ca/units/pdc.*

Grille des tarifs

Pour connaître la grille des tarifs, consulter le site *www.labservices.uoguelph.ca/units/pdc* ou téléphoner à la Clinique de diagnostic phytosanitaire.

Comment prélever les échantillons destinés au dépistage de nématodes

Sol

Quand prélever les échantillons
Les échantillons de sol et de racines peuvent être prélevés en tout temps, lorsque le sol n'est pas gelé. En Ontario, les niveaux de population des nématodes dans le sol sont généralement le plus élevés en mai et en juin, puis, de nouveau, en septembre et en octobre.

Comment prélever les échantillons
Prélever les échantillons à l'aide d'un tube de prélèvement, d'un transplantoir ou d'une pelle à lame étroite. Prélever les échantillons de sol à une profondeur de 20 à 25 cm (8–10 po). Si le sol est nu, enlever les deux premiers centimètres (1 po) de terre avant de prélever les échantillons. Un échantillon doit réunir au moins 10 sous-échantillons qu'on mélange et dont on ne conserve que 0,5 à 1 L (1 chopine à 1 pinte). Aucun échantillon ne doit représenter plus de 2,5 ha (6,25 acres). Les sous-échantillons devraient être mélangés dans un seau propre ou un sac de plastique.

Où prélever les échantillons
Si la zone à échantillonner contient des plantes cultivées vivantes, faire les prélèvements dans le rang au niveau de la zone des poils absorbants (pour les arbres, à la périphérie du feuillage).

Nombre de sous-échantillons
Selon la superficie totale échantillonnée :

500 m² (5 400 pi²)	10 sous-échantillons
500 m²–0,5 ha (5 400 pi²–1,25 acre)	25 sous-échantillons
0,5 ha–2,5 ha (1,25–6,25 acres)	50 sous-échantillons

Racines

Dans le cas de petites plantes, prendre tout le système racinaire plus la terre qui y adhère. Dans le cas de grosses plantes, prélever 10 à 20 g (1/2 à 1 oz) de racines, en poids frais, dans la zone des poils absorbants.

Zones atteintes

Prélever les échantillons de sol et de racines en périphérie de la zone atteinte, là où les plants sont encore vivants. Dans la mesure du possible, prélever aussi dans le même champ des échantillons provenant de zones saines. Soumettre si possible des échantillons de racines et de sol provenant à la fois des zones atteintes et des zones saines dans le même champ.

Manipulation des échantillons

Échantillons de sol
Les placer dans des sacs de plastique dès que possible après le prélèvement.

Échantillons de racines
Les placer dans des sacs de plastique et les recouvrir de terre humide prélevée au même endroit.

Entreposage
Entreposer les échantillons à des températures de 5 à 10 °C (40–50 °F). Ne pas les exposer aux rayons du soleil ou à des températures extrêmement chaudes ou froides (congélation). Seuls les nématodes vivants peuvent être comptés. La numération ne sera précise que dans la mesure où les échantillons auront été manipulés avec soin.

Plante présentée pour diagnostic de maladie ou identification

Formulaires de demande

On peut se procurer les formulaires de demande auprès d'un bureau du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO). Prendre soin de bien remplir chacune des sections du formulaire. Dans l'espace prévu, dessiner les symptômes les plus évidents et la forme que prend la zone atteinte dans le champ. Il est important d'indiquer les cultures qui ont occupé cette zone pendant les trois dernières années et les pesticides qui ont été employés au cours de l'année.

Choisir un échantillon complet et représentatif des premiers symptômes. Présenter un échantillon aussi complet que possible de la plante, y compris le système racinaire, ou plusieurs plants montrant une gamme de symptômes. Si les symptômes se trouvent partout, prélever l'échantillon dans une zone où les dommages sont intermédiaires. Les matières complètement mortes sont habituellement inutiles à des fins de diagnostic.

Les spécimens de plantes présentés à des fins d'identification devraient consister en une portion d'au moins 20 à 25 cm de la partie supérieure de la tige, y compris des bourgeons latéraux, des feuilles, des fleurs ou des fruits dans un état qui permet de les identifier. Envelopper les plants dans du papier journal et les mettre dans un sac de plastique. Il faut placer le système racinaire dans un sac de plastique séparé, bien attaché, pour éviter le dessèchement du sol et la contamination des feuilles par celui-ci. Ne pas ajouter d'eau, de façon à ne pas encourager la décomposition durant le transport. Coussiner les spécimens et les emballer dans une boîte rigide pour éviter les dommages durant le transport. Éviter de laisser des spécimens exposés à des températures extrêmes dans un véhicule ou dans un endroit où ils pourraient se détériorer.

Envoi des échantillons

Expédier les échantillons le plus tôt possible en début de semaine, par courrier de première classe ou par messagerie à la Clinique de diagnostic phytosanitaire.

Spécimens d'insectes présentés pour identification

Prélèvement des échantillons

Placer les cadavres d'insectes à corps dur dans des flacons ou des boîtes en prenant soin de les envelopper dans de l'essuie-tout ou de la ouate. Dans le cas d'insectes à corps mou et de chenilles, les placer dans des flacons contenant de l'alcool. Ne pas utiliser d'eau, car elle risquerait de faire pourrir le spécimen. Pour l'expédition, il ne faut pas fixer les insectes sur du papier au moyen de ruban gommé ni les laisser libres dans une enveloppe.

Placer les insectes vivants dans un contenant renfermant suffisamment de végétaux pour les nourrir pendant le transport. Ne pas oublier d'inscrire la mention « vivant » sur le contenant.

UNIVERSITY of GUELPH LABORATORY SERVICES

FORMULAIRE DE SOUMISSION D'ÉCHANTILLON

95 rue Stone ouest
Guelph (Ontario) N1H 8J7
Tél: (519) 767-6256
Fax: (519) 767-6240
Web: www.uoguelph.ca/pdc

Laboratoire de diagnostic phytosanitaire

USAGE INTERNE SEULEMENT **LS Form: SubP01/04/03f** **Pg. 1 / 1**

Reçu: a:_____ **Date :** _____

Reçu le: ☐ **Post** ☐ **Messagerie** ☐ **En personne**
Échantillon LS: _____ **en** _____

Montant reçu: $_____ **Receipt #:**_____

Nom du requérant:			Nom du producteur (si différent du requérant):		
Nom de l'entreprise ou orgnisme:			Nom de l'entreprise ou orgnisme:		
Adresse:			Adresse:		
Ville:	Province:	Code postal:	Ville:	Province:	Code postal:
Téléphone: ( ) -	Fac-similé: ( ) -		Téléphone: ( ) -	Fac-similé: ( ) -	
Couriel:			Couriel:		

À moins d'avis contraire, le rapport et invoice ne sera remis qu'aur requérant.

Transmettre le rapport au: ☐ Requérant ☐ Producteur Rapport Format Requis: ☐ Fac-similé ☐ Couriel ☐ Poste

Facture au: ☐ Requérant ☐ Producteur Citation #: _____ Purchase Order / U of G G/L code: _____

Services requis: ☐ Diagnostic ☐ Identification d'insecte ☐ Identification de plant ☐ Nématode à kyste du soya
☐ Dénombrement de nématodes ☐ Dénombrement de nematodes des racines ☐ Dénombrement de Verticillium du sol

Plante ou culture attaquée:	Cultivar/Variété:	# D'Identification:
	Provenance (i.e. serre, champ, verger, jardin, etc.):	

Superficie en culture:	% de plants effectés:	Apparition des symptômes: ☐ Jours ☐ Semaines ☐ Mois ☐ Années	Niveau de dommage: ☐ Sévère ☐ Modéré ☐ Léger
Histoire des cultures:		Culture à venir:	

Décrire le problème en détailes (i.e. symptômes, organes affectés, localisation du problème):

Pesticides et herbicides utilisés? S.V.P. spécifier le nom des produits e les dates d'application:

Commentaires et autres requêtes:

Information supplémentaire: ☐

Annexe F. Groupes de pesticides constitués en fonction du site ou du mode d'action

Insecticides

La liste qui suit est une adaptation d'un tableau établi par le Mode of Action Working Group du Insecticide Resistance Action Committee. Les produits réunis dans un même groupe ont le même mode d'action. Pour des précisions sur ce système de classement, voir *www.irac-online.org/wp-content/uploads/2009/09/MoA-classification_v6.3.3_28july09.pdf*.

Groupe	Principal mode/site d'action	Nom du groupe	Nom du ou des produits
1A	• Inhibition de l'acétylcholinestérase	Carbamates	Sevin
1B	• Inhibition de l'acétylcholinestérase • Action sur le système nerveux	Organophosphorés	DDVP, Diazinon, Dibrom, Malathion, Orthene, Dursban/Pyrate, Cygon/Lagon, Imidan
2A	• Agonisme de l'inhibition par le GABA du canal ionique chlorure • Action sur le système nerveux	Cyclodiènes chlorés	Thiodan/Thionex
3A	• Modulation au niveau du canal ionique sodium • Action sur le système nerveux	Pyréthrinoïdes	Ambush/Pounce, Decis/DeltaGard
		Pyréthrines	
4A	• Agonisme des récepteurs nicotiniques de l'acétylcholine • Action sur le système nerveux	Néonicotinoïdes	Intercept, Tristar
4B	• Agonisme des récepteurs nicotiniques de l'acétylcholine • Action sur le système nerveux	Nicotines	Nicotine
5	• Activation allostérique des récepteurs nicotiniques de l'acétylcholine	Spinosynes	Success
6	• Activation du canal ionique chlorure • Action sur le système nerveux et les muscles	Avermectines	Avid
7A	• Analogues d'hormones juvéniles	Analogues d'hormones juvéniles	Enstar II
7C	• Analogues d'hormones juvéniles • Régulation de la croissance des insectes	Pyriproxyfènes	Distance
9B	• Action inhibitrice sélective de la prise de nourriture chez les homoptères	Pymétrozines	Endeavor
10A	• Inhibition de la croissance des acariens	Clofentézines	Apollo
11	• Perturbation microbienne des membranes de l'intestin moyen d'insectes	*Bacillus thuringiensis*	Bioprotec/Dipel/Thuricide/VectoBac
12B	• Inhibition de la synthase de l'ATP mitochondrial • Métabolisme de l'énergie	Acaricides à base d'organo-étains	Vendex
15	• Inhibition de la biosynthèse de la chitine de type 0 • Régulation de la croissance des insectes	Benzoylurées	Dimilin
17	• Perturbation de la mue • Régulation de la croissance des insectes	Cyromazines	Citation
18	• Agonisme de l'écodysone	Diacylhydrazines	Confirm
20B	• Inhibition du transport d'électrons au niveau du complexe III de la mitochondrie	Acéquinocyls	Shuttle
21A	• Inhibition du transport d'électrons au niveau du complexe 1 de la mitochondrie (METI) • Métabolisme de l'énergie	Insecticides et acaricides de type METI	DynoMite
23	• Inhibition de l'acétyl CoA carboxylase • Inhibition de la synthèse des lipides, régulation de la croissance	Dérivés des acides tétronique et tétramique	Forbid
Un	• Composés à mode d'action inconnu ou incertain[1]	Bifénazates	Floramite
		Dicofols	Kelthane

[1] Un composé dont le mode d'action est inconnu ou ne fait pas consensus ou dont la toxicité est inexpliquée se voit classé dans le groupe « Un » jusqu'à ce que de nouvelles données permettent de le classer dans un autre groupe de mode d'action.

Fongicides

La liste qui suit est une adaptation d'un tableau qui a été établi par le Fungicide Resistance Action Committee dans le but de distinguer les fongicides auxquels les végétaux peuvent développer des résistances croisées. M = inhibiteur multi-site; U = mode d'action inconnu et risque de résistance inconnu; NC = non classé Pour plus de précisions sur ce système de classement, voir *www.frac.info/frac/publication/anhang/FRAC_Code_List_2010.pdf*.

Groupe	Principal mode/site d'action	Nom du groupe	Nom du ou des produits	Risque d'apparition d'une résistance
1	Inhibition de la formation de β-tubuline au cours de la mitose	Benzimidazole carbamate de méthyle	Senator	Élevé
2	Effet sur les divisions cellulaires, la synthèse de l'ADN et de l'ARN et le métabolisme	Dicarboximides	Rovral	De moyen à élevé
3	C14-déméthylation en biosynthèse de stérols	Fongicides inhibiteurs de la déméthylation	Nova, Funginex	Moyen
4	Effet sur la synthèse de l'ARN	Fongicides à base de phénylamides (PA)	Subdue Maxx	Élevé
5	Inhibition de la Δ^{14} réductase et de la Δ^{8} –> Δ^{7} isomérase dans la biosynthèse des stérols	Morpholines	Meltatox	De faible à moyen
11	Respiration des champignons – complexe III : cytochrome bc1	Fongicides à base d'inhibiteurs respiratoires QoI	Heritage, Compass	Élevé
14	Peroxydation des lipides (proposition)	Hydrocarbures aromatiques	Botran, Quintozene	De faible à moyen
		Hétéroaromatiques	Truban	De faible à moyen
17	3-kéto réductase, C4-déméthylation	Hydroxyanilides	Decree	De faible à moyen
28	Perméabilité de la membrane cellulaire, acides gras (proposition)	Carbamates	Previcur	De faible à moyen
33	Inconnu	Phosphonates	Aliette	Faible
40	Biosynthèse des phospholipides et synthèse des parois cellulaires (proposition)	Amides de l'acide carboxylique	Acrobat	De faible à moyen
44	Perturbation microbienne des membranes des cellules pathogènes	Produits microbiens (*Bacillus* sp.)	Rhapsody	Faible
M1	Action multi-site par contact	Produits inorganiques	Phyton-27	Faible
M3	Action multi-site par contact	Dithiocarbamates	Dithane M-45, Zineb	Faible
M4	Action multi-site par contact	Phthalimides	Maestro, Supra Captan, Folpan	Faible
M5	Action multi-site par contact	Chloronitriles	Daconil	Faible
NC	Non classé	Divers	MilStop, RootShield, Mycostop, Actinovate, PreStop, Contans	Inconnu

Annexe G. Système international (SI)

Unités du SI (unités métriques)

Unités de longueur

10 millimètres (mm)	=	1 centimètre (cm)
100 centimètres (cm)	=	1 mètre (m)
1 000 mètres	=	1 kilomètre (km)

Unités de surface

100 m × 100 m = 10 000 m²	=	1 hectare (ha)
100 ha	=	1 kilomètre carré (km²)

Unités de volume

Solides

1 000 millimètres cubes (mm³)	=	1 centimètre cube (cm³)
1 000 000 cm³	=	1 mètre cube (m³)

Liquides

1 000 millilitres (mL)	=	1 litre (L)
100 L	=	1 hectolitre (hL)

Équivalences poids-volume (pour l'eau)

(1,00 kg) 1 000 grammes	=	1 litre (1,00 L)
(0,50 kg) 500 g	=	500 mL (0,50 L)
(0,10 kg) 100 g	=	100 mL (0,10 L)
(0,01 kg) 10 g	=	10 mL (0,01 L)
(0,001 kg) 1 g	=	1 mL (0,001 L)

Unités de poids

1 000 milligrammes (mg)	=	1 gramme (g)
1 000 g	=	1 kilogramme (kg)
1 000 kg	=	1 tonne (t)
1 mg/kg	=	1 partie par million (ppm)

Équivalences solides-liquides

1 cm³	=	1 mL
1 m³	=	1 000 L

Conversions de volumes

5 mL	=	1 cuil. à thé
15 mL	=	1 cuil. à soupe
28,5 mL	=	1 once liquide

Conversion des taux d'application (approximations)

Du SI au système anglais (impérial)

litres à l'hectare × 0,09	=	gallons à l'acre
litres à l'hectare × 0,36	=	pintes à l'acre
litres à l'hectare × 0,71	=	chopines à l'acre
millilitres à l'hectare × 0,015	=	onces liquides à l'acre
grammes à l'hectare × 0,015	=	onces à l'acre
kilogrammes à l'hectare × 0,89	=	livres à l'acre
tonnes à l'hectare × 0,45	=	tonnes impériales à l'acre

Du système anglais (impérial) au SI

gallons à l'acre × 11,23	=	litres à l'hectare (L/ha)
pintes à l'acre × 2,8	=	litres à l'hectare (L/ha)
chopines à l'acre × 1,4	=	litres à l'hectare (L/ha)
onces liquides à l'acre × 70	=	millilitres à l'hectare (mL/ha)
tonnes à l'acre × 2,24	=	tonnes à l'hectare (t/ha)
livres à l'acre × 1,12	=	kilogrammes à l'hectare (kg/ha)
onces à l'acre × 70	=	grammes à l'hectare (g/ha)

Équivalences liquides

litres/hectare		*gallons (approx.)/acre*
50 L/ha	=	5 gal/ac
100 L/ha	=	10 gal/ac
150 L/ha	=	15 gal/ac
200 L/ha	=	20 gal/ac
250 L/ha	=	25 gal/ac
300 L/ha	=	30 gal/ac

Équivalences de poids

g ou kg/ha		*oz ou lb/acre*
100 grammes	=	1 ½ once
200 grammes	=	3 onces
300 grammes	=	4 ¼ onces
500 grammes	=	7 onces
700 grammes	=	10 onces
1,10 kilogramme	=	1 livre
1,50 kilogramme	=	1 ¼ livre
2,00 kilogrammes	=	1 ¾ livre
2,50 kilogrammes	=	2 ¼ livres
3,25 kilogrammes	=	3 livres
4,00 kilogrammes	=	3 ½ livres
5,00 kilogrammes	=	4 ½ livres
6,00 kilogrammes	=	5 ¼ livres
7,50 kilogrammes	=	6 ¾ livres
9,00 kilogrammes	=	8 livres
11,00 kilogrammes	=	10 livres
13,00 kilogrammes	=	11 ½ livres
15,00 kilogrammes	=	13 ½ livres

Table de conversion — Du SI au système anglais (impérial) (approximations)

Longueur		
1 millimètre (mm)	=	0,04 pouce
1 centimètre (cm)	=	0,40 pouce
1 mètre (m)	=	39,40 pouces
1 mètre (m)	=	3,28 pieds
1 mètre (m)	=	1,09 verge
1 kilomètre (km)	=	0,62 mille
Surface		
1 centimètre carré (cm^2)	=	0,16 pouce carré
1 mètre carré (m^2)	=	10,77 pieds carrés
1 mètre carré (m^2)	=	1,20 verge carrée
1 kilomètre carré (km^2)	=	0,39 mille carré
1 hectare (ha)	=	107 636 pieds carrés
1 hectare (ha)	=	2,5 acres
Volume (solides)		
1 centimètre cube (cm^3)	=	0,061 pouce cube
1 mètre cube (m^3)	=	1,31 verge cube
1 mètre cube (m^3)	=	35,31 pieds cubes
1 000 mètres cubes (m^3)	=	0,81 acre-pied
1 hectolitre (hL)	=	2,8 boisseaux
Volume (liquides)		
1 millilitre (mL)	=	0,035 once liquide
1 litre (L)	=	1,76 chopine
1 litre (L)	=	0,88 pinte
1 litre (L)	=	0,22 gallon (imp.)
1 litre (L)	=	0,26 gallon (U.S.)
Poids		
1 gramme (g)	=	0,035 once
1 kilogramme (kg)	=	2,21 livres
1 tonne (t)	=	1,10 tonne courte (ou tonne impériale)
1 tonne (t)	=	2 205 livres
Pression		
1 kilopascal (kPa)	=	0,15 livre/pouce carré
Vitesse		
1 mètre par seconde	=	3,28 pieds à la seconde
1 mètre par seconde	=	2,24 milles à l'heure
1 kilomètre par heure	=	0,62 mille à l'heure
Température		
°F	=	(°C × 9/5) + 32

Table de conversion — Du système anglais au SI (approximations)

Longueur		
1 pouce	=	2,54 cm
1 pied	=	0,30 m
1 verge	=	0,91 m
1 mille	=	1,61 km
Surface		
1 pied carré	=	0,09 m^2
1 verge carrée	=	0,84 m^2
1 acre	=	0,40 ha
Volume (solides)		
1 verge cube	=	0,76 m^3
1 boisseau	=	36,37 L
Volume (liquide)		
1 once liquide (imp.)	=	28,41 mL
1 chopine (imp.)	=	0,57 L
1 gallon (imp.)	=	4,55 L
1 gallon (U.S.)	=	3,79 L
Poids		
1 once	=	28,35 g
1 livre	=	453,6 g
1 tonne imp.	=	0,91 tonne (métrique)
Pression		
1 livre au pouce carré	=	6,90 kPa
Température		
°C	=	(°F – 32) × 5/9

Facteur de conversion au système international
litres/hectare × 0,4 = litres/acre
kilogrammes/hectare × 0,4 = kilogrammes/acre

Abréviations

%	=	pour cent (en poids)	gr	=	granulé, granulaire	m/s	=	mètres à la seconde
AP	=	poudre à usage agricole	ha	=	hectare	SC	=	concentré à pulvériser
cm	=	centimètre	kg	=	kilogramme	SI	=	système international
cm^2	=	centimètre carré	km/h	=	kilomètres à l'heure	SP	=	poudre soluble
DG	=	granulés dispersibles	kPa	=	kilopascal	t	=	tonne (métrique)
DF	=	produit pulvérulent	L	=	litre	t.c.	=	tonne courte (imp.)
DP	=	poudre dispersible	m	=	mètre	W	=	(poudre) mouillable
E	=	émulsifiable	m^2	=	mètre carré	WDG	=	granulés dispersibles dans l'eau
p. ex.	=	par exemple	m.a.	=	matière active	WP	=	poudre mouillable
F	=	pâte fluide	mL	=	millilitre			
g	=	gramme	mm	=	millimètre			

Notes

Notes

Notes

Mesures d'urgence et premiers soins en cas d'empoisonnement par un pesticide

Si un pesticide fait l'objet d'un déversement important, d'un vol ou d'un incendie, le signaler au ministère de l'Environnement au **1 800 268-6060.**

En cas d'empoisonnement par un pesticide ou de blessures causées par un pesticide, appeler le **Centre antipoisons** :

Toronto	1 800 268-9017
	1 877 750-2233 (ATS)
Ottawa (service bilingue)	1 800 267-1373

PRÉVENTION DES ACCIDENTS

- **Lire l'étiquette.** Prendre toutes les précautions recommandées sur l'étiquette. Lire les consignes de premiers soins sur l'étiquette AVANT de manipuler le pesticide.
- **Mettre quelqu'un au courant** des produits qu'on s'apprête à employer et de l'endroit où l'on se trouvera.
- **Garder en dossier les étiquettes et fiches signalétiques des produits employés.** S'assurer que tout le monde sait où trouver ce dossier en cas d'urgence.
- **Afficher les numéros d'urgence près de tous les appareils de téléphone.**
- **Garder à portée de la main de l'eau claire, des essuie-tout, des gants de rechange et des survêtements propres** pour le cas où l'on répandrait du produit sur soi.

Si l'on croit qu'une personne ayant manipulé un pesticide présente des symptômes d'empoisonnement ou blessures causés par ce pesticide, intervenir immédiatement.

MESURES À PRENDRE EN CAS D'ACCIDENT OU D'EMPOISONNEMENT

- En premier lieu, se protéger soi-même.
- Soustraire la victime à l'exposition au pesticide en la déplaçant hors des lieux contaminés.
- Réunir les quatre données essentielles : nom du produit, quantité, voie d'entrée et durée de l'exposition.
- Appeler l'ambulance ou le Centre antipoisons.
- Commencer à donner les premiers soins en sachant que ceux-ci ne sauraient remplacer des soins médicaux.
- **Fournir sur place au personnel affecté aux urgences ou apporter avec soi à l'hôpital l'étiquette, la fiche signalétique ou le contenant.** Ne pas transporter de contenants de pesticide dans la cabine du véhicule réservée aux passagers.

PREMIERS SOINS

Si un pesticide entre en contact avec la peau :

- enlever tous les vêtements contaminés; laver la peau à fond à l'eau tiède, avec beaucoup d'eau et de savon;
- bien assécher la peau et la recouvrir de vêtements ou d'autres tissus propres.

Si un pesticide entre en contact avec les yeux :

- maintenir les paupières écartées et laver les yeux à l'eau claire sous le robinet pendant au moins 15 minutes.

Si un pesticide a été inhalé :

- déplacer la victime à l'air frais et desserrer ses vêtements;
- administrer la respiration artificielle si la personne a cessé de respirer.

Prendre garde de ne pas respirer l'air expiré par la victime, sous peine de s'empoisonner à son tour.

Si un pesticide a été ingéré :

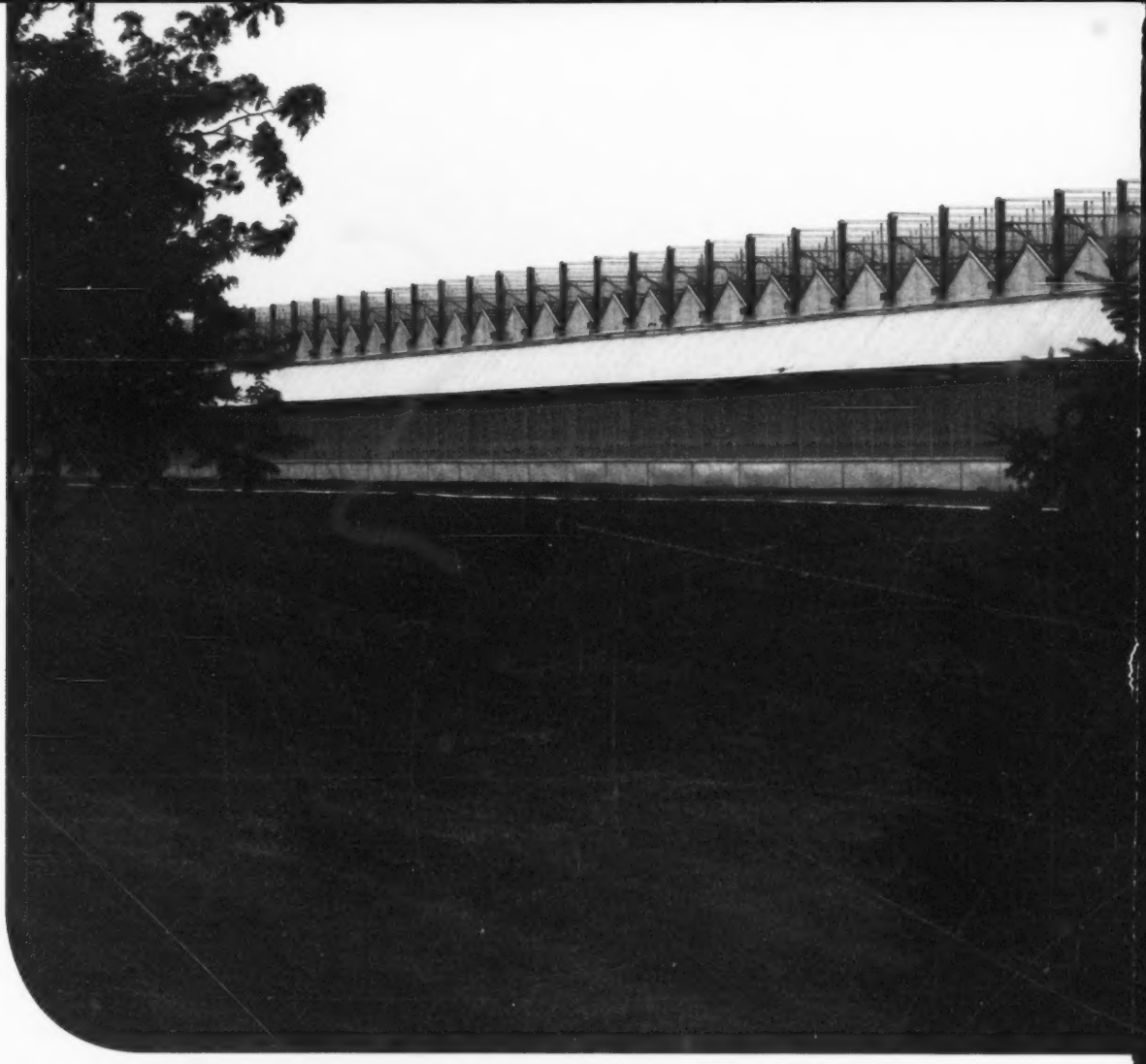
- **appeler IMMÉDIATEMENT le Centre antipoisons.**

Les numéros de téléphone d'urgence figurent au début de chaque annuaire de téléphone Bell.

Pour obtenir des exemplaires de cette publication ou de toute autre publication du MAAARO, on peut faire la commande :
- en ligne à l'adresse www.serviceontario.ca/publications
- par téléphone, au centre ServiceOntario, du lundi au vendredi, entre 8 h 30 et 17 h 00 HE :
  - 416 326-5300
  - 416 326-3408 (ATS)
  - 1 800 668-9938, sans frais partout au Canada
  - 1 800 368-7095 (ATS), sans frais en Ontario
- en personne, à un centre ServiceOntario partout en Ontario.

Publié par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales
Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2010
Toronto, Canada

ISSN 1492-6520 RV 08-10-0.5M



www.ontario.ca/cultures